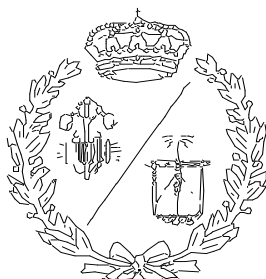


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Proyecto Fin de Grado

**Instalación para el acondicionamiento térmico
del ensayo de Corrosión Bajo Tensión (CBT)
sobre acero de pretensado**

**(Thermal conditioning device for the Stress
Corrosion (SC) test on prestressing steel)**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Víctor Salmón del Castillo

Septiembre-2021

RESUMEN

El LADICIM (Laboratorio de Materiales de la UC) realiza un ensayo de Corrosión bajo Tensión (CBT) sobre acero de pretensar hormigón según la norma UNE-EN 15630-3 bajo la acreditación de ENAC (Entidad Nacional de Acreditación). Se trata de un ensayo en el que la muestra se somete a una tensión del 80 % de la de rotura bajo unas condiciones ambientales muy severas. El resultado del ensayo será el tiempo hasta la rotura de la muestra. Las condiciones ambientales, definidas por la norma, consisten en una solución ácida a una temperatura de 50 ± 1 °C. En la actualidad el LADICIM dispone de un equipo con dos bancadas de ensayo con una instalación de acondicionamiento térmico de las células de corrosión anticuada. Aprovechando que se quiere ampliar el equipo con un tercer banco de ensayo, se hace necesario diseñar una nueva instalación para el acondicionamiento térmico de los tres bancos. Por tanto, el objetivo de este TFG será el diseño de esta nueva instalación. La nueva instalación constará de tres células de corrosión, una por bancada, que contendrá la solución ácida a la temperatura de ensayo, 50 ± 1 °C. Para mantener esta temperatura se dispondrá de un intercambiador ácido-agua, de forma que el ácido se mantendrá dentro de cada una de las células en contacto con las muestras, mientras que el agua estará en un circuito cerrado conectado a un depósito común donde se procederá a su calentamiento. El circuito estará dotado de todo el equipamiento necesario para mantener la temperatura de cada una de las células individuales dentro del intervalo establecido en la normativa de referencia.

ABSTRACT

LADICIM (UC Materials Laboratory) performs a Corrosion under Tension (CBT) test on prestressing concrete according to the UNE-EN 15630-3 standard under the accreditation of ENAC (National Accreditation Entity). This is a test in which the sample is subjected to a stress of 80% of that of rupture under very severe environmental conditions. The result of the test will be the time to breakage of the sample. The environmental conditions, defined by the standard, consist of an acid solution at a temperature of 50 ± 1 °C. At present, LADICIM has a team with two test benches with an old-fashioned thermal conditioning installation for the corrosion cells. Taking advantage of the fact that the equipment is to be expanded with a third test bench, it is necessary to design a new installation for the thermal conditioning of the three benches. Therefore, the objective of this TFG will be the design of this new facility. The new installation will consist of three corrosion cells, one per bench, which will contain the acid solution at the test temperature, 50 ± 1 °C. To maintain this temperature, an acid-water exchanger will be available, so that the acid will remain within each of the cells in contact with the samples, while the water will be in a closed circuit connected to a common tank where the procedure will be carried out. to your warm-up. The circuit will be

equipped with all the necessary equipment to maintain the temperature of each of the individual cells within the interval established in the reference regulations.

DOCUMENTO 1:

MEMORIA

INDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	2
DOCUMENTO 1: MEMORIA	4
INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1. ARMADURAS ACTIVAS DE HORMIGON	9
1.1 INTRODUCCION Y NORMA.....	9
1.2 DEFINICIONES.....	9
1.3 CONDICIONES GENERALES.....	11
1.4 ALAMBRES.....	11
1.5 CORDONES	15
2. ENSAYO DE CORROSION BAJO TENSION (CBT)	18
2.1 INTRODUCCION Y NORMA.....	18
2.2 EQUIPO DE ENSAYO	19
2.3 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	20
3. INSTALACION ACTUAL	22
3.1 DESCRIPCION.....	22
3.2 ESQUEMA HIDRAULICO.....	24

4. SOLUCION PROPUESTA	25
4.1 FUNDAMENTO TEORICO	25
4.2 DESCRIPCION.....	27
4.3 CELDA CORROSIVA	28
4.4 ESQUEMA HIDRAULICO.....	30
4.4.6 Purgador.....	36
4.4.8 Vaso de expansión	36
4.4 CONTROL Y REGULACIÓN.....	37
5.BIBLIOGRAFIA	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones nominales de las grafilas.....	13
Tabla 2. Dimensiones y propiedades de los alambres.....	14
Tabla 3. Requisitos adicionales para los alambres.....	14
Tabla 4. Dimensiones nominales de las grafilas.....	16
Tabla 5. Dimensiones y propiedades de los cordones.....	17
Tabla 6. Requisitos adicionales para los cordones	18
Tabla 7. Diámetros interiores recomendados en mm.....	20
Tabla 8. Propiedades del agua.....	49
Tabla 9. Características del fluido caloportador.....	49
Tabla 10. Perdidas por fricción en tuberías 1er tramo.....	51
Tabla 11. Perdidas por fricción en tuberías 2do tramo.....	51
Tabla 12. Costes materiales de la instalación.....	92
Tabla 13. Coste mano de obra de la instalación.....	92
Tabla 14. Gastos añadidos a la ejecución del material.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinación del diámetro real de los cordones.....	10
Figura 2. Grafilas.....	13
Figura 3. Diagrama simplificado de Pourboix para el Fe a 25 °C.....	19
Figura 4. Deposito.....	23
Figura 5. Rsisitencia.....	23
Figura 6. Bomba	23
Figura 7. Válvula.....	23
Figura 8. Bancada 1.....	24
Figura 9. Bancada 2.....	24
Figura 10. Tubo desagüe.....	24
Figura 11. Esquema hidraulico.....	25
Figura 12. Celda corrosiva.....	29
Figura 13. Sistema de sujeción.....	29
Figura 14. Esquema hidráulico de la instalacion.....	30
Figura 15. Dimensiones de la caldera.....	31
Figura 16. Válvula de corte.....	32
Figura 17. Válvula de antirretorno.....	32
Figura 18. Curva característica de la bomba.....	34
Figura 19. Válvula control de temperatura.....	35
Figura 20. Purgador automático	37
Figura 21. Vaso de expansión.....	38
Figura 22. Situación de los equipos de medida T: Temperatura M: Manómetro C: Caudalímetro.....	39
Figura 23. Sonda de temperatura conectada a electroválvula.....	40
Figura 24. Viscosidad dinámica del agua.....	46
Figura 25. Coeficiente pérdida de carga accesorios.....	51

1. ARMADURAS ACTIVAS DE HORMIGON

1.1 INTRODUCCION Y NORMA

El hormigón es un conglomerado artificial de aspecto pétreo que se consigue mediante la adecuada mezcla de áridos, cemento y agua. Debido a la propiedad de aumentar su resistencia con el paso del tiempo y la facilidad de adaptarse a cualquier forma es un material muy utilizado en el campo de la construcción. El hormigón es un conglomerado capaz de resistir fácilmente esfuerzos a compresión, pero no a tracción, dificultad que se supera añadiendo una armadura de acero, lo que llevo a la aparición de un nuevo material, el hormigón armado. Cuando el hormigón armado se encuentra bajo carga las tensiones son trasmitidas al acero (1).

Se define armaduras activas aquellas mediante cuyo tensado se introducen unas tensiones previas en el hormigón. Estas armaduras están compuestas de alambres, torzales o cordones de acero, los cuales tienen unas características definidas por la *norma UNE 36094*.

Esta norma representa una aproximación a los requerimientos europeos para los productos de acero para armaduras de hormigón pretensado. Con el objetivo de homogenizar los productos se elimina el nombre “torzal” y se sustituye por cordón de dos o tres alambres, además se simplifican los diámetros normalizados salvo en aplicaciones especiales. Con esta norma quedan definidas las características que deben poseer los cordones y alambres de acero para su utilización como armaduras activas de hormigón pretensado, así como también en otros campos de aplicación. Esta norma es aplicable a los alambres lisos y grafilados, y a los cordones de dos, tres y siete alambres de superficie gris (no galvanizada) lisos y grafilados, se aplica solamente a los productos en el estado en el cual los suministra el fabricante (2).

1.2 DEFINICIONES

A continuación, vamos a definir los tipos de alambres y cordones que recoge la norma, así como los conceptos más relevantes:

- **Alambre:** Producto de sección maciza, liso o grafilado, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambrón, posteriormente sometido a un tratamiento de estabilización, que se suministra normalmente en rollos
- **Alambre liso:** Es aquél cuya superficie es la obtenida directamente en la hilera, que mantiene su sección transversal recta constante con independencia de la forma de esta, y no presenta irregularidades periódicas en sentido longitudinal. Su eje es teóricamente recto.

- **Alambre grafilado:** Es aquél cuya superficie presenta rehundidos o resaltos (grafilas) periódicamente distribuidos a lo largo de su longitud, con objeto de mejorar su adherencia con el hormigón.
- **Cordón:** Producto formado por un número de alambres enrollados helicoidalmente en el mismo sentido y con igual paso, posteriormente sometido a un tratamiento de estabilización.

Los cordones se diferencian por el número de alambres en:

- 1) Cordones de 2 alambres: Dos alambres del mismo diámetro nominal, arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y en el mismo sentido, sobre un eje ideal común.
- 2) Cordones de 3 alambres: Tres alambres del mismo diámetro nominal, arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y en el mismo sentido, sobre un eje ideal común
- 3) Cordones de 7 alambres: Seis alambres del mismo diámetro nominal, arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y en el mismo sentido, alrededor de un alambre central recto.

Los cordones pueden ser lisos o grafilados, los grafilados se fabrican con alambres grafilados.

El diámetro real de los cordones es aquel que coincide con el diámetro del círculo circunscrito a una sección recta ideal, perfectamente conformada, con alambres de medida y formas teóricas. Se utiliza para designar al Cordón y establecer sus tolerancias. El diámetro real de los cordones es aquel que resulta de la medición de un cordón con un micrómetro o pie de rey adecuado (véase la *norma UNE 36701*), excepto para los cordones de tres alambres (2).

Figura 1 Determinación del diámetro real de los cordones (2)

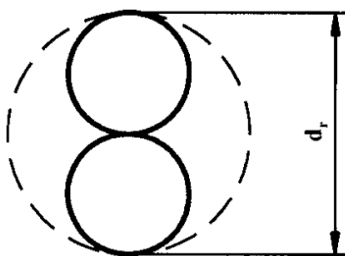


Imagen 1: Cordón de tres alambres (2)

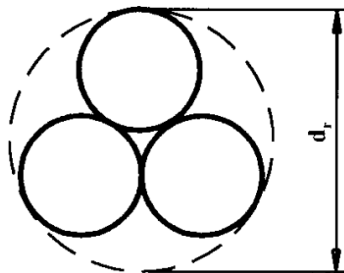


Imagen 2: Cordón de dos alambres (2)

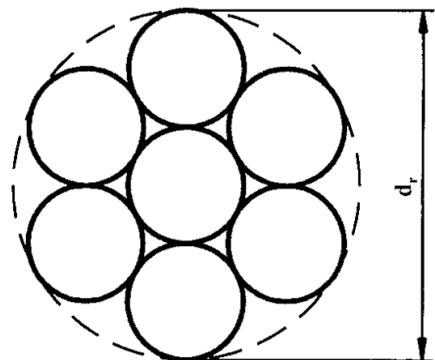


Imagen 3: Cordón de siete alambres (2)

1.3 CONDICIONES GENERALES

Todos los distintos tipos aceros en esta norma se clasifican como aceros especiales no aleados, de acuerdo con la norma *UNE-EN 10016-4*, además para designar el nombre del acero se hace de acuerdo con las normas *UNE-EN 10027-1* y *UNE-ECISS IC 10 IN*.

El acero podrá ser elaborado o fabricado por cualquier proceso a excepción de convertidor soplado por el fondo (aire, o aire + oxígeno). El proceso de elaboración del acero queda a criterio del fabricante y deberá ser comunicado al cliente en caso de que este lo requiera en el pedido. La composición química será la adecuada para el tipo de producto (diámetro y resistencia a tracción), de acuerdo con lo establecido en la *UNE-EN 10016-4*. En el análisis de colada, el contenido de carbono deberá ser menor o igual a 0.85%. Si el cliente lo solicita en el pedido, el fabricante facilitará el análisis de colada. El producto acabado deberá estar libre de defectos superficiales, producidos en cualquier etapa de la fabricación, que impidan su adecuada utilización, salvo una pequeña capa superficial de óxido no adherente, no son admisibles alambres o cordones oxidados (2).

A la hora de enviar, para poder identificar el suministro, cada rollo de alambre o cordón deberá llevar una etiqueta que contenga los siguientes datos:

- a) Designación del producto.
- b) Numero de rollo.
- c) Nombre del fabricante y planta de fabricación.
- d) Identificación del organismo de certificación y numero identificativo de la certificación.

El tamaño de los rollos debe ser el suficiente para asegurar que no se vea afectado el enderezado del producto después del desenrollado. Los rollos tendrán el diámetro adecuado y se harán de forma tal que el producto pueda quedar finamente sujeto mediante bandas y pueda ser fácilmente desenrollado (1).

Se establecen los siguientes diámetros interiores de los rollos (D_r):

- a) Alambre $D_r \geq 225 d$, siendo d el diámetro del alambre.
- b) Cordones $D_r \geq 750 \text{ mm}$.

1.4 ALAMBRES

La designación de los alambres se llevará a cabo por el siguiente conjunto de símbolos:

- a) Referencia a esta norma, con indicación expresa de su año de edición.
- b) Designación de acero compuesta por:

- i. La letra Y indicativo del acero de pretensar.
 - ii. La resistencia nominal, en MPa.
 - iii. La letra C indicativa de los alambres trefilados.
- c) Diámetro nominal del alambre, en mm
- d) La letra I cuando se trate de alambres grafilados, seguida de 1 o 2 según el tipo de grafilas. No se añadirá ningún identificador cuando se trate de alambres lisos.

Designación *UNE 36094-97*

	UNE 36094-97	Y	1770	C	5,0	II
Referencia a la norma	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Acero para pretensar	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Resistencia nominal	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Alambre trefilado	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Diámetro nominal	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Alambre grafilado, grafilas tipo I	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Las características geométricas de las deformaciones de los alambres grafilados se incluyen en la tabla 1. El 80% de las huellas estarán dentro del rango correspondiente al tipo acordado en el periodo ± 0.01 mm.

Un alambre se considerará enderezado si, dejado libremente sobre una superficie plana, no se produce una flecha de más de 25 mm sobre una base de medida de 1 mm en cualquier punto del alambre (2).

Tabla 1 Dimensiones nominales de las grafilas (2)

Diámetro nominal del alambre mm	Dimensiones nominales de las grafilas		
	Profundidad (a) centésimas de mm		Longitud (l) mm
	Tipo 1	Tipo 2	
3	2 a 6		$3,5 \pm 0,5$
4	3 a 7	5 a 9	
5	4 a 8	6 a 10	
6	5 a 10	8 a 13	$5,0 \pm 0,5$
≥ 7	6 a 12	10 a 20	
			$8,0 \pm 0,5$

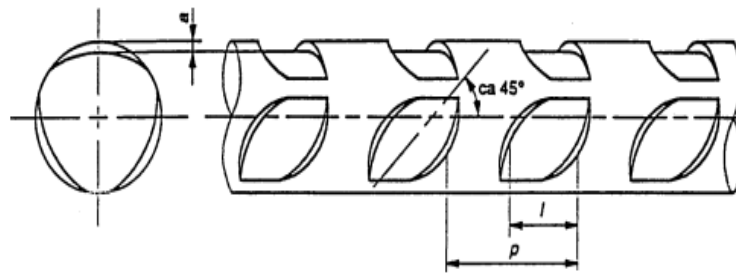


Figura 2 Grafilas (2)

Tabla 2 Dimensiones y propiedades de los alambres (1)

Designación del acero	Valores nominales			Valores especificados						
	Diámetro	Resistencia a la tracción	Masa ¹⁾	Sección transversal recta	Tolerancia de la sección transversal recta	Valor característico mínimo de la carga de rotura kN	Carga máxima de rotura	Valor característico del límite elástico al 0,1% ²⁾	Valor característico del límite elástico al 0,2% ³⁾	Diámetro del mandril para el ensayo de doblado alternativo
	mm	MPa	g/m	mm ²	mm ²		kN	kN	kN	mm
Y 1770 C	3,0	1 770	55,5	7,07	± 0,14	12,5	14,6	10,4	10,6	15
Y 1770 C	4,0	1 770	98,6	12,6	± 0,25	22,3	26,1	18,5	19,0	20
Y 1860 C	4,0	1 860	98,6	12,6	± 0,25	23,4	27,4	19,4	19,9	20
Y 1770 C	5,0	1 770	154	19,6	± 0,39	34,7	40,6	28,8	29,5	30
Y 1860 C	5,0	1 860	154	19,6	± 0,39	36,5	42,7	30,3	31,0	30
Y 1770 C	6,0	1 770	222	28,3	± 0,47	50,1	58,6	41,6	42,6	37
Y 1670 C	7,0	1 670	302	38,5	± 0,58	64,3	75,2	53,4	54,7	45
Y 1670 C	7,5	1 670	347	44,2	± 0,66	73,8	86,3	61,3	62,7	50
Y 1670 C	8,0	1 670	395	50,3	± 0,75	84,0	98,3	69,7	71,4	55
Y 1570 C	9,4	1 570	545	69,4	± 1,00	109	127	90,5	92,7	70
Y 1570 C	10,0	1 570	616	78,5	± 1,10	123	144	102	105	75

1. La masa se calcula a partir de la sección transversal recta especificada y dando un valor a la masa especificada del acero de $7.85 \frac{kg}{dm^3}$
2. El valor característico del límite elástico al 0,1% se calcula como el 83% de la carga característica de rotura
3. El valor característico del límite elástico al 0,2% se calcula como el 85% de la carga característica de rotura. El valor del límite elástico al 0,2% de un alambre estará comprendido entre el 85% y el 95% de la carga característica de rotura

Tabla 3 Requisitos adicionales para los alambres (2)

Propiedad	Especificación
Módulo elástico	205 kN/mm ² ± 7%
Mínimo alargamiento bajo carga máxima ¹⁾ (A _g) L _o ≥ 100 mm	3,5%
Estricción a la rotura Alambres lisos Alambres grafilados	≥ 25% Visible a simple vista
Número mínimo de doblados alternativos ¹⁾ Alambres lisos Alambres grafilados	4 3
Relajación máxima a 1 000 h ²⁾ Al 60% Al 70% Al 80%	1,5% 2,5% 4,5%
Fatiga Alambres lisos Alambres grafilados	200 N/mm ² 180 N/mm ²
Corrosión bajo tensión Valor mínimo individual Valor mínimo de la media de los ensayos	1,5 h 4 h

1. Para los alambres destinados a la armadura transversal de tuberías y aquellos que deban cumplir exigencias especiales de durabilidad, el alargamiento bajo carga máxima será del 5% y el número mínimo de ciclos de doblado alternativo que debe soportar el alambre era de 7
2. El valor de la relajación es el obtenido empleando una carga inicial igual al 60%, 70% u 80% de la carga de rotura real, medida en probeta contigua.

En aquellos casos en los que las exigencias de enderezado sean muy severas, como la fabricación de traviesas de ferrocarril (diámetros 7 – 7,5 – 9,4 y 10 mm), se podrá acordar con el cliente el suministro de alambres de relajación normal, en cuyo caso se aplicara los siguientes límites de relajación a 1000 h:

Al 60% 4,5%

Al 70% 8,0%

Al 80 % 12%

1.5 CORDONES

La designación de los cordones se llevará a cabo por los siguientes conjuntos de símbolos:

- a) Referencia a esta norma, con indicación expresa a su año de edición.
- b) Designación del acero, compuesta por:
 - i. La letra Y indicativo del acero de pretensar.
 - ii. La resistencia nominal, en MPa.
 - iii. La letra S indicativa de los cordones trefilados.
 - iv. El numero 2,3 o 7 que indica el número de alambres que componen el cordón.
- c) Diámetro nominal del cordón, en mm.
- d) La letra I cuando se trate de cordones grafilados. No se añadirá ningún identificador cuando se trate de cordones lisos.

Designación *UNE 36904-97*

	UNE 36094-97	Y	1860	S	7	11,0	I
Referencia a la norma	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Acero para pretensar	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Resistencia nominal	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Cordón trefilado	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Número de alambres	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Diámetro nominal	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Cordón grafilado	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

La fabricación de los cordones deberá llevarse a cabo con alambres elaborados que cumpla las especificaciones del punto 2.3

El proceso de cordoneado será distinto dependiendo del cordón:

- a) Cordón de 2 alambres: La longitud del paso estará comprendida entre 15 y 25 veces el diámetro nominal del cordón.
- b) Cordón de 3 alambres: La longitud de paso estará comprendida entre 14 y 22 veces el diámetro nominal del cordón.
- c) Cordón de 7 alambres: La longitud de paso estará comprendida entre 14 y 18 veces el diámetro nominal del cordón. El diámetro del alambre central estará comprendido entre $1.02d$ y $1.05d$, siendo d el diámetro de los alambres exteriores.

Los cordones grafilados se fabricarán con alambres grafilados, para las dimensiones nominales de las grafilas figuran en la tabla 4 (2).

Tabla 4 Dimensiones nominales de las grafilas (2)

Profundidad centésimas de mm	Longitud mm	Separación mm
2 a 12	$3,5 \pm 0,5$	$5,5 \pm 0,5$

Las características de los cordones como las propiedades nominales y especificadas se encuentran en las tablas 5 y 6.

Tabla 5: Dimensiones y propiedades de los cordones (2)

Clase	Designación del acero	Valores nominales			Valores especificados					
		Diámetro	Resistencia a la tracción	Masa ⁽¹⁾	Sección transversal recta	Tolerancia del área de la sección transversal recta ⁽²⁾	Valor característico mínimo de la carga de rotura	Carga máxima de rotura	Valor característico del límite elástico al 0,1% ⁽³⁾	Valor característico del límite elástico al 0,2% ⁽⁴⁾
		mm	MPa	g/m	mm ²	mm ²	kN	kN	kN	kN
A	Y 1770 S2 ⁽⁵⁾	5,6	1 770	96,7	12,3	± 0,25	21,8	25,5	18,5	19,2
	Y 1770 S2 ⁽⁵⁾	6,0	1 770	111	14,1	± 0,28	25,0	29,3	21,3	22,0
	Y 1960 S3 ⁽⁵⁾	5,2	1 960	107	13,6	± 0,27	26,7	31,2	22,7	23,5
	Y 1860 S3 ⁽⁵⁾	6,5	1 860	166	21,1	± 0,43	39,2	45,9	33,3	34,3
	Y 1860 S3 ⁽⁵⁾	6,8	1 860	184	23,4	± 0,47	43,5	50,9	37,0	38,3
	Y 1860 S3 ⁽⁵⁾	7,5	1 860	227	29,0	± 0,58	54,0	63,2	45,9	47,5
	Y 1860 S7	9,3	1 860	408	52	± 1,04	96,7	113	82,2	85,1
	Y 1860 S7	13,0	1 860	785	100	± 2,00	186	218	158	164
	Y 1770 S7	16,0	1 770	1 176	150	± 3,00	265	310	225	233
B	Y 2060 S3 ⁽⁵⁾	5,2	2 060	107	13,6	± 0,27	28,0	32,8	23,8	24,6
	Y 1860 S7	15,2	1 860	1 101	140	± 2,80	260	304	221	229
	Y 1860 S7	16,0	1 860	1 176	150	± 3,00	279	326	237	246

- 1) La masa se calcula a partir de la sección transversal recta especificada y dando un valor a la masa especificada del acero de $7.85 \frac{kg}{dm^3}$
- 2) La tolerancia del área de la sección transversal está basada en un $\pm 2\%$ del área de la sección transversal.
- 3) El valor característico del límite elástico al 0.1% se calcula como el 85% de la carga característica de rotura.
- 4) El valor característico del límite elástico al 0.2% se calcula como el 88% de la carga característica de rotura.
- 5) Los cordones de 2 y 3 alambres se emplean normalmente para pretensado por adherencia.

Tabla 6: Requisitos adicionales para los cordones (2)

Propiedad	Especificación
Módulo elástico	195 kN/mm ² ± 7%
Mínimo alargamiento bajo carga máxima (A_{gt}) $L_0 \geq 500$ mm	3,5%
Estricción a la rotura	Visible a simple vista
Relajación máxima a 1 000 h ⁽¹⁾ Al 60% Al 70% Al 80%	1,5% 2,5% 4,5%
Fatiga Cordones lisos Cordones grafilados	190 N/mm ² 170 N/mm ²
Tracción desviada aplicable a cordones de 7 alambres de diámetro nominal de cordón ≥ 13 mm	$D_{m\acute{a}x} = 28\%$
Corrosión bajo tensión Valor mínimo individual Valor mínimo de la media de los ensayos	1,5 h 4 h

- 1) El valor de la relajación es el obtenido empleando una carga inicial igual al 60%, 70% u 80% de la carga de rotura real medida en probeta contigua.

2. ENSAYO DE CORROSION BAJO TENSION (CBT)

2.1 INTRODUCCION Y NORMA

La corrosión en las armaduras ocurre cuando se ha producido previamente un descenso del pH normal del hormigón y entonces el acero se desplaza de la zona de pasividad a la zona de corrosión en el diagrama de Pourbaix (figura 3) (3).

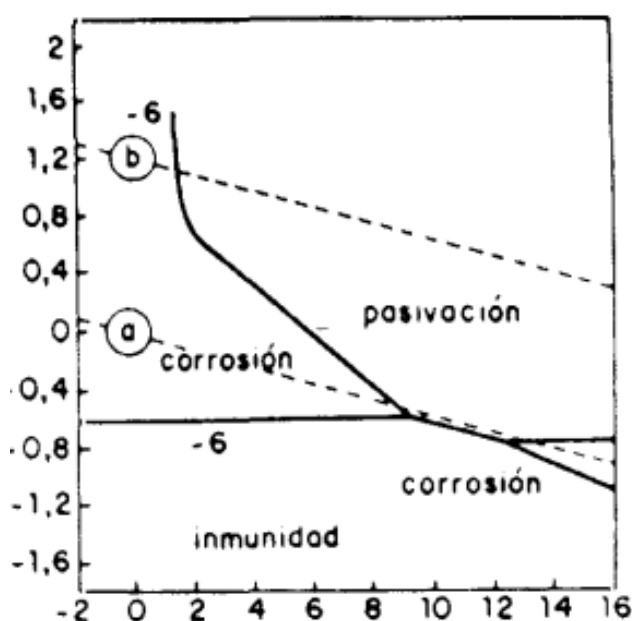


Figura 3 Diagrama simplificado de Pourbaix para el Fe a 25 °C (2)

Un descenso en la alcalinidad del hormigón puede tener lugar por un “deslavado” como consecuencia de la acción continuada de aguas ácidas sobre el hormigón, o por efecto de lixiviación, debido a la acción de aguas muy puras (3).

En la atmósfera los responsables de la reducción del pH del hormigón son fundamentalmente el CO_2 y el SO_2 , desempeñando el CO_2 el papel principal, por lo que el proceso de reducción de la alcalinidad se llama genéricamente “carbonatación” (1).

Debido a este fenómeno de corrosión, la armadura puede ceder bajo tensiones muy inferiores a las previstas, lo que puede ser catastrófico para la estructura en la que se encuentre el hormigón armado. Por esto es necesario realizar el ensayo de corrosión bajo tensión a los alambres y cordones, que formaran las armaduras, previamente en el laboratorio para asegurarnos de su fiabilidad.

Este ensayo se realiza siguiendo la norma europea *ISO 15630-3*, el objetivo de esta norma es proporcionar todos los métodos de ensayo pertinentes para los aceros de armas y pretensar, entre los que se encuentra el de corrosión bajo tensión.

El ensayo determina el tiempo hasta alcanzar la rotura de una probeta sometida a una fuerza de tracción constante (F_0) especificada en la norma de producto correspondiente y sumergida en una disolución de tiocianato a una temperatura constante dada.

Son necesarias al menos 6 probetas para el ensayo de corrosión bajo tensión y 2 probetas para la determinación de F_m mediante un ensayo de tracción uniaxial si la fuerza inicial (F_0) se expresa como un porcentaje de F_m .

La longitud de la probeta (L_t) debe ser suficiente para asegurar que se minimice cualquier flexión del anclaje y preferiblemente debe ser el doble de la longitud (L_0)

Para los alambres y cordones la duración mínima en el ensayo de corrosión bajo tensión (Tabla 3, Tabla 6) es:

- Valor mínimo individual 1 h
- Valor mínimo de la media de los ensayos 4 h

2.2 EQUIPO DE ENSAYO

Para llevar a cabo este ensayo será necesario un marco rígido que podrá estar orientado horizontal o verticalmente, en el caso de nuestro ensayo estará orientado horizontalmente. La carga debe aplicarse sobre este marco mediante un aparato de palanca o un dispositivo hidráulico. Para medir esta carga, deberá emplearse un dispositivo de medida de la fuerza con una precisión de $\pm 2\%$ y calibrado según la norma ISO 7500-1 (4).

Con respecto a la medición del tiempo deberá utilizarse un aparato con una resolución de la menos 0.01 h. Este dispositivo tendrá que estar equipado con un control automático para detener y registrar el instante de la rotura con una precisión de ± 0.1 h.

La cuba que contiene la solución del ensayo y donde se encontrara sumergido el alambre debería ser preferiblemente cilíndrica y estar sellada en ambos extremos. Debe tener un diámetro interior (D_c) de acuerdo con la formula (5):

$$D_c \geq \sqrt{(200 + d)xd}$$

Donde todas las dimensiones se expresan en milímetros.

En la tabla 7 se dan los diámetros interiores recomendados (D_c)

Tabla 7 Diámetros interiores recomendados en mm (4)

Diámetro de la probeta, d	Valores recomendados de D_c
$d \leq 19$	≥ 70
$19 < d \leq 50$	≥ 100

La longitud del recipiente tiene que ser la suficiente para permitir la longitud de ensayo (L_0) de al menos 200 mm. Además, tiene que estar fabricado con un material que sea químicamente resistente a la solución de ensayo a 50 °C.

La solución del ensayo puede elegirse entre una de las dos que se especifican a continuación, que presentan respectivamente una concentración alta y baja de tiocianato:

-Solución A: solución acuosa de tiocianato amónico preparada mediante disolución de 200 g de NH_4SCN en 800 ml de agua destilada o desmineralizada. El tiocianato amónico debe ser de pureza analítica, conteniendo al menos un 99% de NH_4SCN y un máximo de 0.005% de Cl, 0.005% de SO_4^{2-} y 0.001% de S^{2-}

-Solución B: solución acuosa de sulfato potásico (K_2SO_4), cloruro potásico (KCl) y tiocianato potásico (KSCN) preparado con agua destilada o desmineralizada. La solución de ensayo B debe contener 5 g/l de SO_4^{2-} , 0.5 g/l de Cl^- y 1 g/l de SCN.

La conductividad eléctrica del agua usada para ambas soluciones no debe exceder 20 $\mu S/cm$ (4).

2.3 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

En primer lugar, las probetas deben limpiarse con un trapo suave, desengrasándolas, por ejemplo, con acetona, y deben secarse al aire.

Una vez limpia y seca la probeta debe protegerse de la corrosión mediante barniz o medios similares en las zonas en las que la probeta entra en el recipiente de ensayo, en al menos 50 mm de la parte introducida en el recipiente. La longitud de ensayo (L_0) es la longitud de la probeta en contacto con la solución.

Cuando ya hemos aplicado la capa protectora colocamos la probeta en el armazón de tensión y el recipiente se coloca en la probeta. Se aplica la fuerza hasta alcanzar F_0 . Debe mantenerse la fuerza indicada para F_0 en $\pm 2\%$ durante el ensayo. Es necesario que se registre y confirme el valor de F_0 en el instante (t_0) (4).

Cuando se complete la fuerza, el recipiente debe llenarse para evitar fugas y debe introducirse en el mismo un volumen (V_0) de solución de ensayo, que debe renovarse para cada ensayo, precalentado a una temperatura entre 50 °C y 55 °C. V_0 debe ser al menos 5 ml por cm^2 de área superficial de la probeta a lo largo de la longitud del ensayo (L_0). La probeta debe estar completamente sumergida en la solución dentro del recipiente.

El llenado del recipiente debe completarse en un minuto para los alambres y cordones o 5 minutos para las barras, la solución no debe circular durante el ensayo. Luego debe programarse el dispositivo de medida del tiempo para el instante de inicio (t_0).

La temperatura de la solución debe ajustarse, en el intervalo de tiempo t_0 y $t_0 + 5\text{min}$, a 50 ± 1 °C para alambres y 50 ± 2 °C para barras y debe mantenerse en el intervalo correspondiente para el resto del ensayo.

El ensayo se dará por concluido o bien por la rotura de la probeta o si esto no llegase a ocurrir, cuando se alcance un tiempo establecido (t_a).

En el caso de cordones el ensayo debe darse por concluido si se rompe al menos un alambre. Si la rotura de la probeta tiene lugar en una zona fuera de la longitud de ensayo (L_0), es decir, rompe por una parte que no esta en contacto con la solución, el ensayo se considerara no valido.

El instante de rotura (t_{fi}) debe medirse y registrarse a la 0.1 h mas cercana. Si la rotura o ha tenido lugar dentro de tiempo (t_a), el resultado debe registrarse como $t_{fi} > t_a$.

Cuando todas las probetas de las series se hayan ensayado, los resultados t_{fi} deben ordenarse según los valores de vida hasta la rotura. El valor medio (t_{fm}) es aquel que está en mitad de las series ordenadas, o la media aritmética de los dos que estén en medio si hay un número par de resultados de ensayo (4).

3. INSTALACION ACTUAL

3.1 DESCRIPCION

Actualmente la universidad de Cantabria dispone de una instalación muy anticuada para calentar el líquido corrosivo a los 50 ± 1 °C para alambres y 50 ± 2 °C para barras.

Además, esta temperatura no se alcanza de manera óptima ya que la temperatura no se mide en cada banco, sino que es medida en el tanque donde se almacena el agua. Habiendo de esta manera perdidas de calor hasta que llega al intercambiador de calor.

La instalación actual está compuesta por un depósito de agua (fig. 4), en este depósito es donde se calienta el agua mediante una resistencia (fig. 5).



Figura 4 Depósito de agua



Figura 5 Resistencia

Del depósito sale un tubo de plástico que conduce a la bomba (fig.6). Esta se encarga de absorber el agua del depósito e impulsarlo hacia delante por un tubo hasta que llega a una válvula (fig.7).



Figura 6 Bomba



Figura 7 Válvula

La válvula tiene 3 llaves, pero actualmente solo están dos en funcionamiento. En la siguiente instalación quiere añadirse un banco más. De cada una de las dos llaves sale un nuevo tubo de plástico los cuales se dirigen uno al banco 1 (fig.8) y el otro al banco 2 (fig.9).



Figura 8 Bancada 1



Figura 9 Bancada 2

Gracias a estos dos y a la fuerza impulsora de la bomba ambo bancos se llenan de agua caliente, proporcionando energía, en forma de calor, al líquido de corrosión, que está en el interior de la célula mediante. El banco actúa como un intercambiador de calor. Para que el agua este en continuo flujo y no se desborde por la parte superior del banco, hay un desagüe (fig.10) por donde el agua sale hasta llegar otra vez al depósito y completarse así el ciclo.

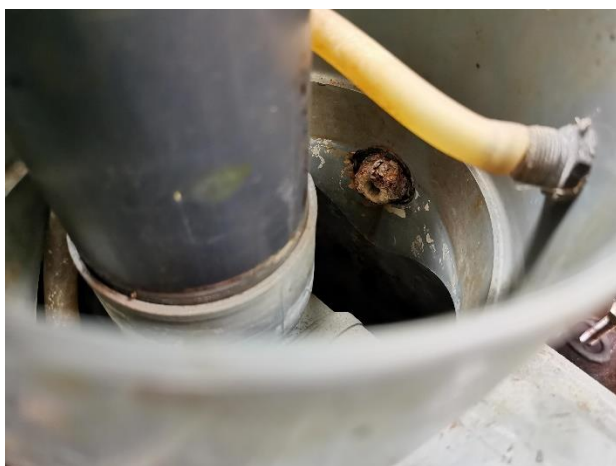


Figura 10 Tubo desagüe

3.2 ESQUEMA HIDRAULICO

A continuación, voy a mostrar una representación del esquema hidráulico de la instalación con todos sus componentes (fig. 11). En este esquema podremos ver todo lo explicado en el punto anterior.

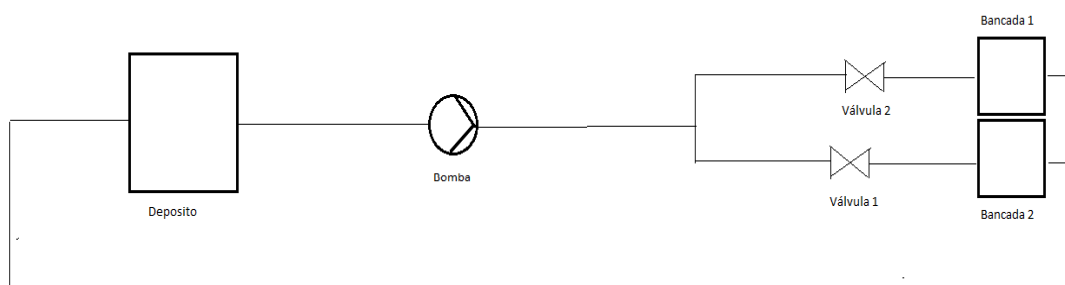


Figura 11 Esquema hidráulico

4. SOLUCION PROPUESTA

4.1 FUNDAMENTO TEORICO

La ingeniería térmica aborda los procesos de transferencia de calor, así como la manera de calcular la velocidad temporal con la que estos se producen y así poder diseñar e implementar los componentes y sistemas en los que son de aplicación. La transferencia de calor abarca un amplio abanico de fenómenos físicos que hay que comprender antes de desarrollar la metodología que lleve al diseño térmico de los sistemas (5).

Los ejemplos más comunes de diseño son:

- a) Los que requieren disminuir las cantidades de calor transferido mediante aislamiento térmico o aumentarlas mediante aletas u otros sistemas.
- b) Los que implican transferencia de calor de un fluido a otro por medio de un intercambiador de calor
- c) Los que controlan térmicamente un proceso, para mantener los elementos sensibles al calor dentro de unos márgenes de temperatura (5).

Siempre que exista una diferencia de temperatura, la energía se transfiere de la región de mayor temperatura a la de menor. De acuerdo con los conceptos termodinámicos la energía que se transfiere debido a una diferencia de temperatura es el calor. Sin embargo, aunque los principios termodinámicos tratan sobre la transferencia de energía, solo pueden ser aplicados a sistemas que están en equilibrio. Pueden utilizarse para predecir la cantidad de energía necesaria para cambiar a un sistema de un estado de equilibrio a otro, pero no mide la rapidez con la que esto ocurre. La ciencia que estudia la transferencia del calor complementa los Principios termodinámicos, proporcionando una manera de análisis que permite predecir esta velocidad de transferencia de calor (5).

Para realizar un análisis completo de transferencia de calor debemos tener en cuenta tres fenómenos fundamentales radiación, convección y conducción.

El diseño y proyecto de los sistemas de intercambio de calor requiera ciertos conocimientos de estos mecanismos de transferencia de calor, así como de sus interacciones. En nuestro proyecto los mecanismos de transferencia implicados serán, la conducción en régimen transitorio y la convección.

4.1.1 Conducción

El fenómeno de conducción se produce cuando dos elementos a distinta temperatura entran en contacto. La energía o calor fluirá a través del elemento de mayor temperatura hacia el de menor buscando el equilibrio térmico, ambos a igual temperatura.

Hay dos tipos de conducción, la conducción en régimen estacionario y en régimen transitorio.

Se habla de conducción estacionaria cuando el transporte de calor se mantiene constante, es decir, la temperatura de los puntos de estudio no varía. Para nuestro caso este tipo de conducción no se da. Ya que el agua a medida que avanza por el interior del cilindro va perdiendo temperatura. Siendo así distinta la temperatura de entrada del agua a la temperatura de salida.

En la conducción transitoria la temperatura de un mismo punto del cuerpo varia en el intervalo de tiempo, es decir, el flujo de calor no es constante. La conducción transitoria ocurre los procesos de calentamiento o enfriamiento de superficies solidas (7).

Cuando hablamos de conducción transitoria, hablamos de un cuerpo que se calienta o se enfría a medida que pasa el tiempo. Para explicar esto con un ejemplo imaginemos una pieza de sección transversal plana (una tira de goma de sección cuadrada) que tiene una temperatura inicial y se coloca dentro de un horno con temperatura que intercambiara calor con la pieza con una intensidad determinada. A medida que avanza el tiempo la pieza se calentara hasta alcanzar una temperatura determinada. La velocidad que ocurra el calentamiento dependerá entre otros factores de la difusividad térmica. Además, tendrá una temperatura en su centro y otra más alta en su superficie (7).

4.1.2 Convección

El fenómeno conocido como convección tiene lugar en fluidos, líquidos o gases. Se produce cuando las partes más calientes del fluido ascienden a las zonas más frías, generando de esta manera una circulación continua en el seno de fluido (corriente convectiva) y transmitiendo calor hacia las zonas frías.

Los fluidos, al aumentar su temperatura disminuye su densidad, provocando así la ascensión, el espacio dejado por el fluido caliente es ocupado por el frío, el cual tiene mayor densidad.

Hay dos tipos de convección, natural y forzada.

La convección natural es aquella en la cual el movimiento del fluido no es generado por una fuente externa, como una bomba, ventilador etc. Es decir, el movimiento del fluido ocurre solo por diferencias de densidad en el seno del fluido debido a cambios de temperatura. Mientras que la forzada el movimiento del fluido si forzado por una fuente externa.

En nuestro caso el fluido es movido por una bomba centrífuga, por lo tanto, estaríamos ante el fenómeno de convección forzada interna, puesto que el fluido circula por una tubería cerrada. Es decir, el flujo del fluido está limitado por completo por superficies solidas.

La transferencia de calor por convección forzada depende de las propiedades del fluido, de la superficie de contacto con el fluido y del tipo de flujo. Entre las propiedades del fluido se encuentra la viscosidad dinámica μ , la conductividad térmica k y la densidad ρ . Las propiedades de la superficie de contacto que intervienen en la convección son la geometría y la aspereza. El tipo de flujo puede ser laminar o turbulento.

4.1.3 Problema térmico

Con todos los conceptos definidos podemos pasar a plantear y resolver nuestro problema térmico.

Nuestro problema térmico consiste en mantener constante la temperatura de un fluido altamente corrosivo utilizado para un ensayo, ensayo de tensión bajo corrosión, en Ladicim. Para llevar a cabo el ensayo debemos mantener el fluido de corrosión a 50 ± 1 °C para alambres y 50 ± 2 °C para barras. Primero, como explique anteriormente, debemos precalentar el líquido corrosivo a una temperatura entre 50 °C y 55 °C.

Una vez alcanzada esta temperatura, lo introduciremos en el diámetro interior de la bancada. Por el diámetro exterior de esta circulara el agua. Para que no haya transferencia de calor con el exterior recubriremos la bancada con un material aislante.

Para mantener la temperatura necesaria para el ensayo bastara con hacer correr agua a 50 °C por el interior de la bancada. Ya que si $T_{agua} = T_{fc}$ no ocurrirá transferencia, por lo tanto:

$$Q = \frac{T_{agua} - T_{fc}}{Rt} = 0$$

Al ser $Q=0$, significa que no ocurrirá transferencia de calor ni por conducción ni por convección.

4.2 DESCRIPCION

La solución propuesta constará de un circuito hidráulico cerrado, muy parecido a un sistema de calefacción. El fluido encargado de mantener la temperatura del líquido de corrosión del ensayo será agua. El banco, en cuya célula interior se encontrará el líquido de corrosión en reposo, y en el diámetro exterior el agua caliente en circulación. Actuará como un intercambiador de calor.

El circuito constará de un depósito comercial de agua, donde se precalentará el agua con ayuda de una resistencia. El depósito estará a una altura suficiente para que los bancos puedan llenarse sin

necesidad de una bomba. La altura de la bancada es de 90 cm. Por tanto, deberemos considerar colocar el depósito a una altura superior a 90 cm.

A la entrada de cada banco colocaremos una válvula, para facilitar el mantenimiento y además poder trabajar con el número de bancos que queramos en función de las necesidades del momento.

Para medir la temperatura en todo momento del líquido de corrosión, tendremos una sonda de temperatura en el interior de cada bancada, con la cual tendremos un seguimiento constante de la temperatura del fluido de corrosión de cada banco. Cada sonda estará conectada a una electroválvula, situada en la entrada de cada banco. De tal manera que cuando la temperatura del fluido de corrosión baje de los 49 °C abra la electroválvula para que circule agua caliente por el interior del banco. Por el contrario, cuando la temperatura aumente por encima de los 51 °C la electroválvula se cerrará, impidiendo así el paso de agua caliente al interior del banco.

Para hacer regresar el agua al depósito colocaremos una bomba hidráulica la salida de los bancos. A la entrada y salida de la bomba colocaremos una válvula para que nos resulte más sencillo el mantenimiento de este si ocurre algún error de funcionamiento.

La universidad de Cantabria actualmente dispone de dos bancos. Además de implantar el nuevo sistema de transmisión de calor, la Universidad de Cantabria también quiere aumentar la productividad del ensayo colocando un banco más.

Ahora vamos a explicar y definir cada uno de los elementos que componen el circuito.

4.3 CELDA CORROSIVA

Aquí tendrá lugar el intercambio térmico, la célula corrosiva actual (fig. 8) está abierta, es decir el líquido caloportador, agua, está a la presión atmosférica. La célula consta de dos cilindros uno interior y uno exterior. Los dos cilindros no están en contacto entre sí, el cilindro exterior hace de carcasa del intercambiador, mientras que el otro se encuentra en el interior descansando sobre dos celdas cuadradas de 20x20 de poliamida situadas en las caras del cilindro exterior. Estos cuadrados están sujetos mediante cuatro tornillos. Planos hoja

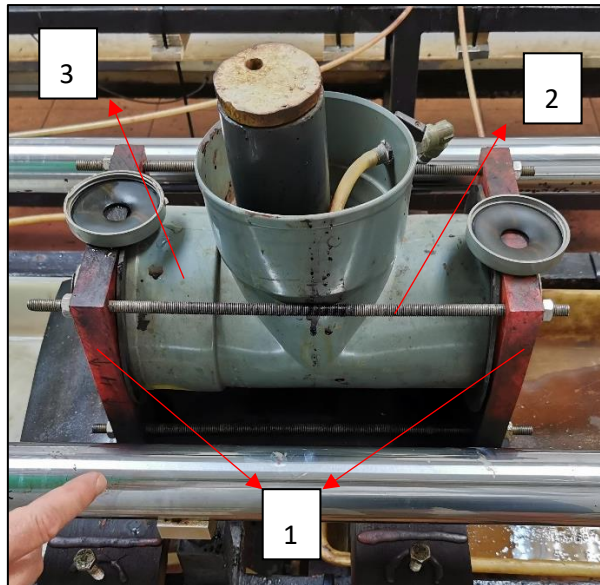


Figura 12 Célula corrosiva actual

- 1- Cuadrado 20x20 poliamida
- 2- Tornillos de sujeción
- 3- Cilindro exterior

La nueva celda corrosiva casi no tendrá cambios en el diseño, salvo que ira cerrada, es decir, el fluido caloportador no estará a la presión atmosférica, Planos hoja 1,2,3,4,5.

El sistema de sujeción de alambres y cordones no se cambiará.

En el cilindro interior se encuentra la mezcla corrosiva estática y en el exterior el fluido caloportador en movimiento. Para evitar que la mezcla corrosiva se derrame, se diseñó un sistema de sujeción el cual está compuesto por una tapa (fig.9), con una goma de poliamida, que se cambia en cada ensayo, y un agujero por donde entra el cordón o alambre.

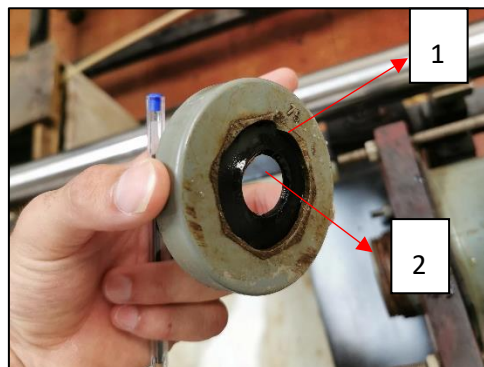


Figura 13 Sistema de sujeción

- 1- Goma de poliamida
- 2- Agujero interior

A la hora de ensayar alambres no hay problema de estanquidad, ya que el agujero de la tapa es un poco más pequeño que el diámetro del alambre. de esta forma, al colocar el alambre en la tapa y enroscarla a la célula corrosiva el interior del cilindro ya queda totalmente estanco.

El problema viene a la hora de ensayar cordones. Los cordones estas formados por varios alambres enroscados entre sí, por lo tanto, la sección del cordón no es perfectamente circular, memoria hoja 6. Por esto es necesario aplicar una resina impermeable al cordón para que quede completamente estanco.

Este sistema de sujeción se va a mantener en las nuevas celdas corrosivas.

4.4 ESQUEMA HIDRAULICO

A la hora de montar una instalación hidráulica se deben tener en cuenta una serie de accesorios o elementos hidráulicos que son esenciales para el correcto funcionamiento de la instalación y para evitar futuras averías. A continuación, se procede a la descripción y función dentro del circuito de cada uno de ellos.

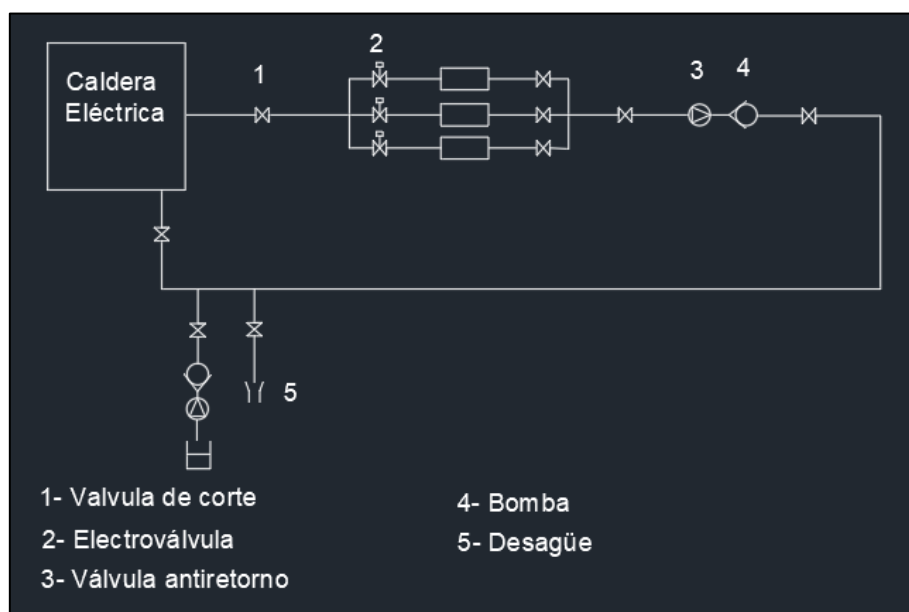


Figura 14 Esquema hidráulico de la instalación (elaboración propia)

4.4.1 Caldera eléctrica

Son aquellas calderas que consumen electricidad para producir agua caliente y calefacción. Se pueden diferenciar dos grupos según la potencia a desarrollar. Pudiendo ser de corriente monofásica 220 V, requieren menos potencia o corriente trifásica 380 V para las de mayor potencia.

La opción elegida en el proyecto es una caldera eléctrica de corriente monofásica 220 V, concretamente el modelo HDCS 45/90, con una capacidad en el acumulador de 80 L y una potencia de 4.5-9 KW. Para la elección de este modelo hemos tenido en cuenta la capacidad del acumulador, de manera que pueda satisfacer las necesidades de nuestra instalación. Su justificación está recogida en el Anexo I.

Este modelo viene con vaso de expansión integrado, por lo que no será necesario colocar y dimensionar uno. También trae una bomba, la cual nos ayudara a hacer llegar el agua a las bancadas.

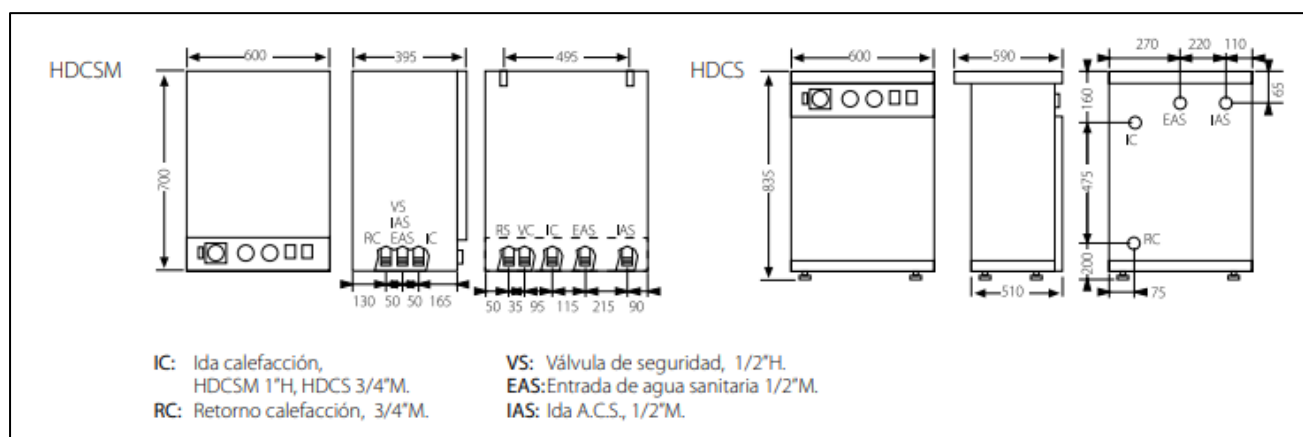


Figura 15 Dimensiones de la caldera (8)

4.4.2 Válvulas de corte

Su principal función es aislar otros componentes de la instalación. De esta manera si hay que realizar el mantenimiento de alguno de ellos no hay que vaciar la instalación completa (7). Pueden ser tanto manuales como eléctricos.

Es necesario que haya una tanto a la entrada y salida de bomba de la bomba de circulación como de las bancadas, estos serán de accionamiento manual.



Figura 16 Válvula de corte (9)

4.4.3 Válvula antirretorno

Permite la circulación del fluido en un sentido y la restringe en el otro. Se coloca a la salida de la bomba para evitar que el flujo circule en sentido contrario y dañe la bomba. Su instalación es recomendable aguas debajo de una válvula de corte.



Figura 17 válvula antirretorno (10)

4.4.4 Bomba de circulación

Es accionada por un motor eléctrico y es la principal encargada de mover el fluido de trabajo. Para su dimensionamiento es necesario tener en cuenta las pérdidas de carga de la instalación (tanto por fricción con las tuberías como por los accesorios) y la altura a superar.

Las bombas se clasifican principalmente en dos grandes grupos.

- Bombas volumétricas o de desplazamiento positivo
- Bombas rotodinámicas o centrifugas

Las bombas centrífugas son muy utilizadas en la industria ya que son capaces de mover caudales de agua muy elevados, su rango de caudal es amplio, además tienen un coste no muy elevado. Son de construcción sencilla y compacta, lo que hace sencillo su mantenimiento. Basan su funcionamiento en el principio de Bernoulli, según el cual, en un fluido sin viscosidad, rozamiento e incomprensible que se encuentra en circulación por un circuito cerrado, su energía permanece cte en cada punto de su recorrido. La energía del fluido se basa en tres componentes (11):

- Cinética: es la energía que posee el fluido debido a su velocidad
- De flujo: relacionado con la presión que posee
- Gravitatoria: debido a la altitud del fluido

Estos tres componentes de la energía del fluido se definen en el principio de Bernoulli:

$$\frac{v^2 \cdot \rho}{2} + P + \rho \cdot g \cdot h = \text{cte}$$

siendo;

v, la velocidad del fluido;

ρ , la densidad del fluido;

P, la presión del fluido a lo largo de la línea de corriente;

g, la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²);

h, es la altura que alcanza el fluido en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia

Aunque se pueden categorizar en muchos tipos, siempre contarán de unas partes determinadas:

- Tubo de aspiración: es el conducto por donde el fluido entra a la bomba. Es importante evitar accesorios cerca de la aspiración ya que puede ocasionar entrada de burbujas de aire a la bomba. La tubería a la que va unida debe estar correctamente sellada y alineada (12).
- Rodete: comunica energía cinética al fluido. El flujo pasa de ser axial a radial. Está formado por una serie de alabes radiales y semi axiales que giran dentro de una carcasa circular. Va unido al eje y es la parte móvil de la bomba.
- Voluta: Rodea completamente al rodete, se encarga de conducir el fluido desde la salida del rodete hasta el difusor. En ella se empieza a transformar la energía cinética del fluido en energía de presión (13).
- Difusor: no todas las bombas lo tienen, es la parte diseñada para hacer la bomba más eficaz, optimizando el flujo del líquido que es bombeado. Se encarga de conducir el fluido hasta la salida, está formado por varios alabes fijos. En él la energía cinética sigue transformándose en energía de presión.

- Eje: Es el encargado de hacer girar al rodete, transfiere la energía del motor eléctrico al rodete
- Cojinetes y rodamientos: Elementos rotativos encargados de reducir la fricción entre el eje y las piezas conectadas a este sistema.
- Rodamientos: Es un elemento rotativo encargado de reducir la fricción entre el eje y las piezas conectadas a este sistema.

En nuestra instalación se ha elegido la bomba Tacoflow2 Solar 15-60/130, de acuerdo con las pérdidas de carga a superar calculadas en el Anexo I (0,8335 m.c.a y un caudal de $0,256 \text{ m}^3/\text{h}$)

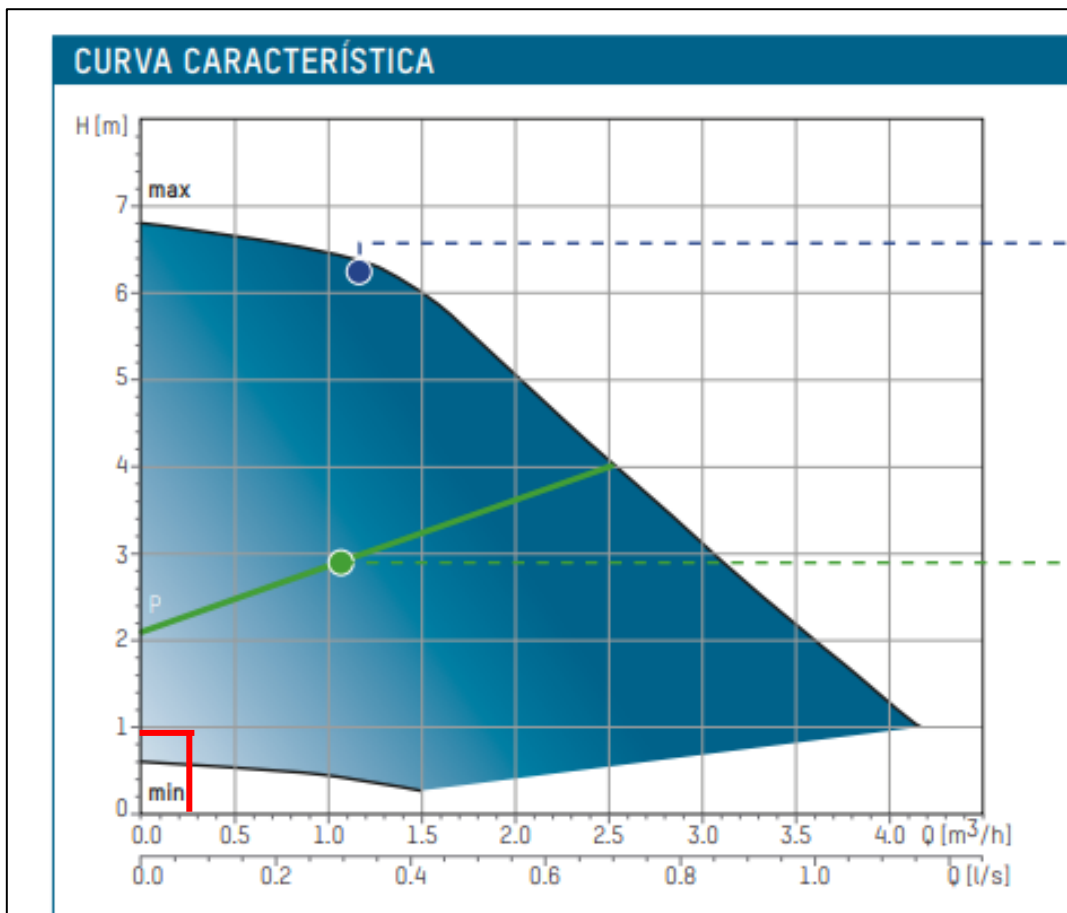


Figura 18 Curva característica de la bomba (14)

4.4.5 Válvula control de temperatura (Termostáticas)

Las válvulas de control de control son aquellas que, accionadas por una energía externa, interfieren en el sistema creando una pérdida de carga que permite controlar una variable hidráulica (caudal, presión, nivel...). Requieren energía auxiliar para su funcionamiento, bien sea manual, neumática o eléctrica procedente del sistema de control y conectado a la válvula mediante el actuador. Las válvulas

de control, en respuesta a una señal del sistema de control, se encargará de cerrar, abrir o mantener en posición intermedia la carrera de la válvula, mediante el empuje del actuador sobre el obturador de la válvula (15).

La energía auxiliar procederá de un sistema de control. El sistema de control controlará la temperatura en cada celda corrosiva de tal manera que cuando la temperatura supere el valor consigna que nosotros deseamos mande una señal a la válvula para que esta se cierre e interrumpa el flujo de agua caliente.



Figura 19 Válvula control temperatura (15)

4.4.5 Tuberías

Las tuberías sirven para conectar los distintos elementos de la instalación. La salida y entrada de agua caliente de la caldera son de 3/4", lo que equivale a 19 mm de diámetro interior.

Para nuestro circuito se han elegido tuberías de PVC de 3/4" de diámetro interior lo que equivale a 19,05 cm.

La elección del material de los tubos ha sido PVC y no una aleación metálica como cobre por una serie de razones:

- Las aleaciones de metal se calientan más que el PVC, la conductividad térmica del PVC es baja, concretamente 0,16 W/m*K, mientras que la del cobre 385 W/m*k. De esta forma

conseguimos que la sala donde estará situada nuestra instalación se caliente menos y si por accidente tocamos una tubería no será tan peligroso

- El PVC es más ligero y sencillo de instalar, ya que es más ligero y maleable que el cobre.
- El costo de las tuberías de cobre es superior al de las de PVC.

4.4.6 Purgador

Permite la salida de aire de la instalación. En este caso, la caldera eléctrica ya trae un purgador automático instalado, por lo que no será necesario instalar otro (Anexo II).

El funcionamiento de un purgador automático es muy sencillo. Está basado en el principio de flotación de los cuerpos sumergidos en un fluido. Cuando en el cilindro del purgador no hay aire acumulado el flotador se mantiene elevado y por el mecanismo interno el obturador se mantiene cerrado. De forma contraria cuando hay aire dentro del purgador el flotador desciende, abriendo el obturador y dejando salir así el aire hasta restablecer las condiciones iniciales (17).



Figura 20 Purgador automático (18)

4.4.8 Vaso de expansión

Un vaso de expansión es un recipiente metálico cerrado herméticamente cuyo interior está dividido en dos partes mediante una membrana elástica impermeable.

Una de las partes está en contacto con el agua y la otra está llena de aire o de algún gas.

El vaso de expansión sirve para absorber la sobrepresión generada al calentar el agua de la instalación hidráulica. Su funcionamiento es muy sencillo.

Al calentarse el agua se expande y presiona la membrana impermeable comprimiendo el aire o el gas que contiene la otra parte del vaso. El aire o gas absorbe esa sobrepresión, consiguiendo que la presión de la instalación se mantenga estable. Por lo tanto, es un elemento de seguridad (19)



Figura 21 Vaso de expansión (20)

En este caso, la caldera eléctrica que instalaremos ya trae consigo un vaso de expansión instalado (Anexo II), por lo tanto, no hará falta colocar otro en la instalación.

4.4.9 Fluido caloportador

El circuito es un circuito cerrado y el fluido de trabajo será agua

4.5 CONTROL Y REGULACIÓN

El sistema de control garantizara un correcto funcionamiento de la instalación, haciendo la instalación más eficiente y aportando protección adicional, ya que evitara que se alcancen temperaturas superiores o inferiores a la deseada y presiones que puedan poner en peligro la instalación. El controlador que se va a utilizar para la temperatura es el AX7.

4.5.1 Equipos de medida

Los equipos de medida nombrados a continuación tendrán una función indispensable en la instalación. Todos ellos tendrán un controlador que muestre la medida.

Termómetros: indican la temperatura, en nuestra instalación utilizaremos válvulas de control de temperatura las cuales tiene termómetro integrado.

- En cada una de las células situaremos una sonda de temperatura. Cada una ira conectada a una electroválvula de tal forma que con la temperatura en el interior de la célula controlaremos el flujo de agua caliente que circula por el intercambiador de calor
- Manómetros: sirven para medir la presión en un punto del circuito. Situaremos dos, uno a la entrada y otro a la salida de la bomba. Así podremos ver si la bomba funciona correctamente o no.
- Caudalímetro: sirve para medir el caudal, colocaremos uno en la instalación.

4.5.2 Equipo de control y funciones

Con los datos obtenidos de los equipos descritos anteriormente el equipo de control accionara los distintos elementos electromecánicos de la instalación. En nuestra instalación solo hace falta controlar la temperatura en las células:

- Si la temperatura en alguna célula superara los 50 ± 1 °C para alambres y 50 ± 2 °C para barras mandara una señal a la electroválvula de la entrada para que esta se cierra y no deje circular el flujo de agua caliente
- Si la temperatura en alguna célula bajara de los 50 ± 1 °C para alambres y 50 ± 2 °C para barras mandara una señal a la electroválvula de la entrada para que esta se abra y deje circular el flujo de caliente.

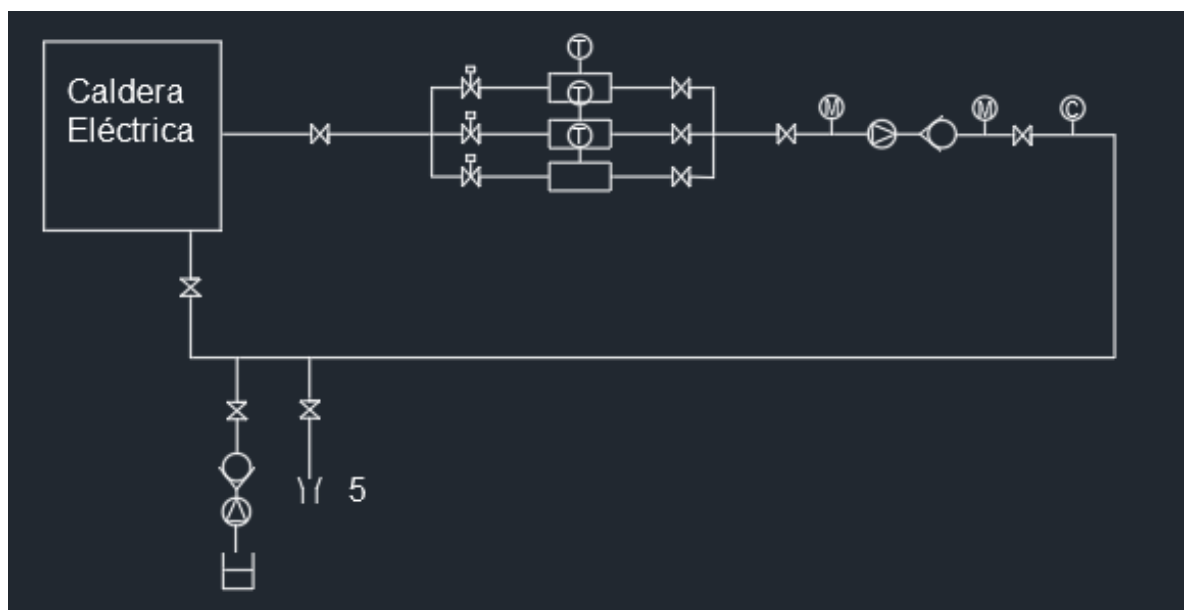


Figura 22 Situación de los equipos de medida T: Temperatura M: Manómetro C: Caudalímetro (elaboración propia)

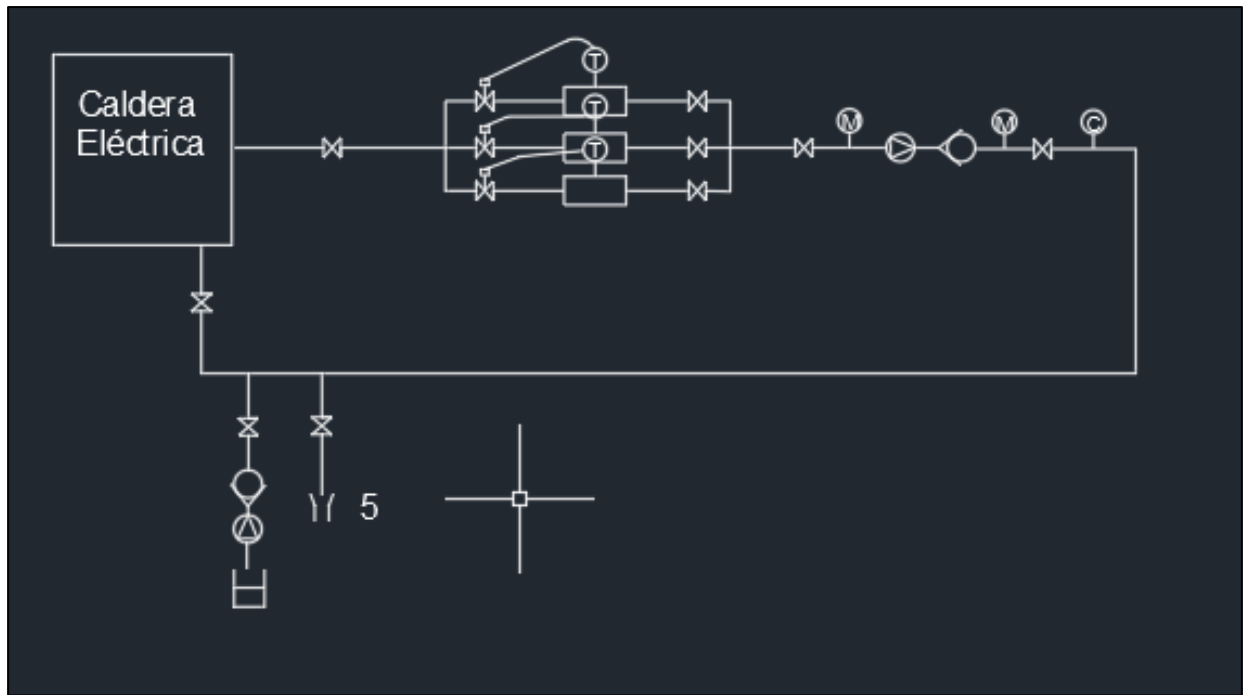


Figura 23 Sondas de temperatura conectadas a electroválvulas

5.BIBLIOGRAFIA

1. Memoria para optar al grado de doctor en ciencias químicas, Universidad Complutense de Madrid. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2021]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/2062/1/T18782.pdf>
2. Norma española (UNE). Alambre y cordones de acero para armaduras de hormigón, Norma UNE_36094=1997 pretensado
3. Manual de inspección de obras dañadas por corrosión de armaduras. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2021]. https://www.ietcc.csic.es/wp-content/uploads/1989/02/Manual_NARANJA_Inspeccion_de_obras.pdf
4. Norma española (UNE). Aceros para el armado y pretensado del hormigón, método de ensayo. UNE-EN_ISO_15630-3
5. Departamento ingeniería eléctrica y energética Universidad de Cantabria. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2021]. <https://docplayer.es/25068196-Ingenieria-termica-y-de-fluidos.html>
6. Conducción transitoria. [En línea] [Citado el: 15 de julio de 2021]. <http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica2/2013/20130610/T05A.pdf>
7. (ASIT), Asociación Solar de la Industria Térmica. Guía Técnica de Energía Solar Térmica | IDAE. [En línea]. [Citado el: 15 de Julio de 2020.] <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-energia-solar-termica>.
8. Catalogo DOMUSA TEKNIK [En línea]. [Citado el: 15 de Julio de 2020.] <https://www.domusatechnik.com/gestor/recursos/uploads/eu/archivos/catalogos/calderas-electricas/hdcsm-hdcs/dcsm-dcs-deem-dee.pdf>
9. Catálogo de la empresa standard hidráulica. [En línea]. [Citado el: 15 de Julio de 2021.] <https://www.standardhidraulica.com/valvuleria/valvulas-de-corte>.
10. Catálogo de la empresa NGC. [En línea]. [Citado el: 15 de Julio de 2021.] <https://www.ngp.cl/producto/valvula-antirretorno-o-check-34/?v=5bc574a47246>
11. Ingemecanica. [En línea]. [Citado el: 15 de Julio de 2021.]. <https://ingemecanica.com/index.html>

12. 15. [En línea] [Citado el: 16 de Julio de 2021.] https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58706436/Treball_Bombes.pdf?1553543322=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DTreball_Bombes.pdf&Expires=1597339221&Signature=cb4Ug158Cr661h091HrdxhzamhxjEV1efwKKC7-befddZVWHkUuWf5L~YZ83T0KUHAMXvgJOvvt4HEH.
13. Diapositivas “Sistemas y máquinas fluido-mecánicas”. [En línea] [Citado el: 16 de Julio de 2021.] https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque_1_tema_2.2.2.pdf
14. Catálogo de la empresa Taconova. [En línea] [Citado el: 15 de Agosto de 2021.] <https://www.taconova.com/es/>.
15. Grupo Comeval. [En línea] [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <https://www.comeval.es/productos-comeval/control/valvulas-control/valvulas-control-autoaccionadas/valvulas-control-temperatura-autoaccionadas/>
16. Electroválvulas, ARCO. [En línea] [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>
17. Blog de fontanería. [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <http://blogdefontaneria.com/2020/05/05/como-funcionan-los-purgadores-automaticos/>
18. Purgador Automático [En línea] [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <https://www.amazon.es/Caleffi-Purgador-autom%C3%A1tico-3-8/dp/B007PQRY1U>
19. Cointra. [En línea] [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <https://www.cointra.es/blog-vaso-expansion-sirve/>
20. Tu calentador económico [En línea] [Citado el: 16 de agosto de 2021.] <https://tucalentadoreconomico.es/accesorios-calentadores-gas/1359-Vaso-Expansion-8-litros-acs-solar-calefaccion.html>
21. Tablas del etilenglicol y propilenglicol, Certificacionenergetica. [En línea] [Citado el: 17 de agosto de 2021.] <https://certificacionenergetica.info/ist/pdf/Tablas-del-Etilenglicol-y-Propilenglicol.pdf>.
22. Blog válvulas ARCO [En línea] [Citado el: 17 de agosto de 2021.] <https://blog.valvulasarco.com/que-es-la-perdida-de-carga-en-tuberias>
23. Densidad del agua en función de la temperatura [En línea] [Citado el: 17 de agosto de 2021.] http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/denh2o.pdf
24. Giles, R.V. Mecánica de fluidos e hidráulica. 2005 : s.n. ISBN 9789586704939.

25. Jiménez, Serch. Pérdidas de carga localizadas o en accesorios. [En línea] [Citado el: 18 de Agosto de 2021.] <https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html>.

ANEXO I: CÁLCULOS

INDICE

ANEXO I: CÁLCULOS	44
1. INSTALACION	46
1.1 DEPOSITO	46
1.2 FLUIDO CALOPORTADOR	47
1.3 PERDIDAS DE CARGA.....	47
1.3.1 Perdidas de carga en tuberías y accesorios	48
1.3.2 Pérdidas totales	53
2 ALTURA MANOMETRICA.....	53

1. INSTALACION

1.1 DEPOSITO

Para la elección del depósito hemos tenido en cuenta la máxima cantidad de fluido caloportador, agua, que va a haber en circulación en nuestra instalación.

Midiendo en LADICIM y con la información provista en la ficha técnica de las tuberías hemos obtenido los siguientes datos:

$$D_{tuberia} = 17$$

$$D_{Interior-bancada} = 7 \text{ cm}$$

$$D_{Exterior-bancada} = 15 \text{ cm}$$

$$L_{Bancada} = 31 \text{ cm}$$

Con estos datos obtenidos hemos realizado los siguientes cálculos:

- Volumen de agua en circulación por metro de tubería:

$$A = \pi r_{tuberia}^2 \rightarrow V = \pi r_{tuberia}^2 * L_{tuberia} = \pi * 9,525^2 * 1 \text{ m de tuberia} = 285,02 \text{ mm}^3$$

Entonces tendremos $2,85 \times 10^{-4}$ L por metro de tubería

Vamos a calcular el total de metro de tubería que tubería de acuerdo con los Planos, hoja 7:

1. Vamos a situar la caldera a 90 cm del suelo, por lo tanto, necesitaremos 1.8 m de tubería en total para llevar las tuberías a la altura del suelo
2. En la instalación colocaremos tres células, cada una de ellas mide 50 cm, en total necesitaremos 3 m más de tubería para ascender el agua hasta ellas.
3. El total de tubería a la altura del suelo que necesitaremos es de 4,8 m para hacer llegar el agua a las bancadas y 7,17 m para hacer volver el agua al depósito.

Esto nos da un total de 16,77 m de tubería, lo que es un total de $4,78 \times 10^{-3}$ L de agua en las tuberías

- Volumen de agua interior de cada célula:

$$A = \pi r_{exterior-bancada}^2 - \pi r_{interior-bancada}^2 = \pi * (7,5^2 - 3,5^2) = 138.23 \text{ cm}^2$$

$$V = A * L_{Bancada} = 138.23 \text{ cm}^2 * 31 \text{ cm} = 4285.13 \text{ cm}^3 \text{ cada celula}$$

Entonces tendremos 4,28513 L de agua en cada célula. Como tenemos 3 células tendremos un total de 12,86 L de agua en las tres células

Esto nos da un total de agua en circulación de 12,86 L de agua

1.2 FLUIDO CALOPORTADOR

El fluido escogido será agua, no hace falta añadirla ningún anticongelante ya que el circuito va a estar dentro de los laboratorios de LADICIM donde la temperatura no baja de los 20 °C en todo el año.

Sabiendo nuestro fluido caloportador y la temperatura a la que va a estar, 50 °C, podemos calcular la viscosidad del fluido.

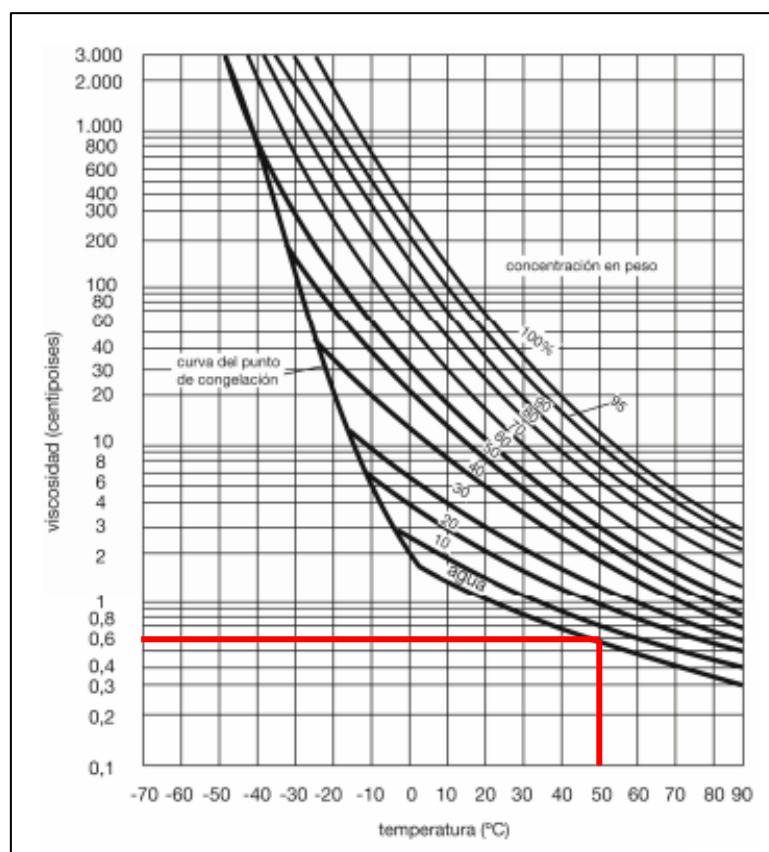


Figura 24. Viscosidad dinámica del agua (21)

La viscosidad a 50 °C del agua es aproximadamente de 0,6 centipoises.

$$\vartheta_{agua(50^{\circ}C)} = 0,6$$

1.3 PERDIDAS DE CARGA

Otro aspecto a tener en cuenta en nuestra instalación son las pérdidas de presión debidas a tuberías y accesorios.

1.3.1 Pérdidas de carga en tuberías y accesorios

La pérdida de carga en tuberías es la pérdida de presión del fluido al producirse fricción entre las partículas del fluido y las paredes del conductor.

Tanto en sistemas de agua como de otro tipo de fluido, el fluido pierde energía por el continuo rozamiento con la tubería y por la fricción que ocurre en el paso de accesorios o dispositivos, que son vistos como obstáculos en la conducción. Los obstáculos pueden ser válvulas, estrechamientos, codos, manguitos, cambios de dirección etc. En conclusión, todo obstáculo que modifique la energía del fluido (22).

El fluido pierde energía por el rozamiento continuo con la tubería, la modificación del estado inicial de la energía del flujo de un líquido por la tubería es una pérdida de carga.

Para determinar el caudal que recorrerá las tuberías tendremos en cuenta:

- La velocidad en la tubería de aspiración no debe ser mayor de $1,8 \text{ m/s}$
- La velocidad en la tubería de impulsión no debe ser mayor de $2,5 \text{ m/s}$

Como el diámetro de tuberías en el tramo de aspiración e impulsión es igual ambas velocidades serán iguales.

La ecuación que relaciona el caudal (Q) con la velocidad del fluido (v) es la siguiente:

$$Q = v * A$$

Sabemos que la tubería es de 3/4" de diámetro exterior ($D_{ext} = 19.05 \text{ mm}$), queremos una tubería de 2 mm de espesor de tal manera que $D_{int} = 19,05$. Además, $v < 1,5$. No nos interesa que la velocidad sea muy alta, por esto vamos a tomar $v = 0,25 \text{ m/s}$.

Hemos elegido esta velocidad para cumplir Reynols y que el flujo sea transitorio (Anexo I)

Sabiendo esto ya podemos calcular el caudal:

$$Q = v * A = 0,25 * (9,525 \times 10^{-3})^2 * \pi = 7,126 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 256,52 \text{ l/h}$$

Ya obtenido el dato del caudal, para poder calcular el número de Reynols y posteriormente las pérdidas de carga, es necesario calcular la viscosidad cinemática del agua a la temperatura de trabajo. Para obtener este valor vamos a apoyarnos en la tabla del agua para la presión de 1 atm.

temperatura t °C	densidad ρ kg/m ³	módulo elasticidad $K \cdot 10^{-9}$ N/m ²	viscosidad dinámica $\mu \cdot 10^3$ N·s/m ²	viscosidad cinemática $\nu \cdot 10^6$ m ² /s	tensión superficial σ N/m	presión de vapor p_v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Tabla 8 Propiedades del agua (23)

La densidad se saca de la tabla mostrada, obteniendo para 50 °C 988,0 Kg/m^3 .

También obtenemos la viscosidad cinemática para esa temperatura, obteniendo $0,553 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$.

Tabla 9 Características del fluido caloportador

D_{int}	19,05
Velocidad	0,25 m/s
Caudal	204,28 l/h
Densidad mezcla	988,0 kg/m^3
	0,988 g/cm^3
Flujo masico	506,844 kg/h
Visc. cinemática	0,553 mm^2/s

El número de Reynolds será (24):

$$Re = \frac{v * D}{\vartheta}$$

Donde:

ϑ : Viscosidad cinemática del fluido en mm^2/s

D: Diámetro de la tubería en mm

v: velocidad del fluido en mm/s

$$Re = \frac{0,25 \text{ E3} * 19,05}{0,553} = 8612,11$$

Como $Re > 4000$, estamos ante un flujo turbulento. A continuación, para hallar las pérdidas por fricción en la tubería hallaremos el factor de corrección Darcy. Se ha elegido la fórmula de Colebrook-White (24).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{\varepsilon_r}{D * 3,71}\right) + \frac{2,51}{Re * \sqrt{f}}$$

Donde:

D: Diámetro de cada tramo en mm

f: Factor de fricción Darcy (adimensional)

ε_r : Rugosidad del tramo de tubería en mm

Re: número de Reynolds (adimensional)

El único dato que nos falta por conocer, a parte del factor de fricción de Darcy que queremos obtener, es la rugosidad absoluta. Para tuberías de PVC, como las elegidas para este proyecto, es de 0,0015 mm

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log\left(\frac{0,0015}{19,05 * 3,71}\right) + \frac{2,51}{8612,11 * \sqrt{f}}$$

Si resolvemos la ecuación obtenemos que:

$$f = 0,01144$$

Por último, se calculan las pérdidas de carga en cada tramo mediante la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$\Delta P = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de carga en m.c.a

f: Factor de corrección de Darcy

L: longitud del tramo de tubería en m

D: Diámetro interior del tramo de tubería en m

v: Velocidad del fluido en m/s

g: Gravedad en m/s^2

El diámetro de la tubería es igual en toda la instalación, la longitud de las tuberías es la reflejada en los Planos, hoja 7.

Esta organizado por tramos, han quedado los siguientes tramos

Tabla 10 Perdidas por fricción en tuberías 1er tramo (elaboración propia)

IDA A LAS BANCADAS							
TRAMO	LONG (m)	Dint (mm)	Dext(mm)	V (m/s)	ΔP (mm.c.a./m)	ΔP total (mm.c.a))	ΔP (m.c.a) $E - 3$
AB	0,4	19,05	21,35	0,25	1,92	0,768	0,768
BC	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
CD	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
CE	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
CI	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
IJ	1,8	19,05	21,35	0,25	1,92	3,456	3,456
JK	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
KL	0,25	19,05	21,35	0,25	1,92	0,48	0,48
EJ	0,85	19,05	21,35	0,25	1,92	1,632	1,632
FG	0,2	19,05	21,35	0,25	1,92	0,384	0,384
HG	0,3	19,05	21,35	0,25	1,92	0,576	0,576

Tabla 11 Perdidas por fricción en tuberías 2do tramo (elaboración propia)

Vuelta al deposito							
TRAMO	LONG (m)	Dint (mm)	Dext(mm)	V (m/s)	ΔP (mm.c.a./m)	ΔP total (mm.c.a))	ΔP (m.c.a) $E - 3$
MN	0,25	19,05	21,35	0,25	1,92	0,48	0,48
NS	0,5	19,05	21,35	0,25	1,92	0,96	0,96
OP	0,25	19,05	21,35	0,25	1,92	0,48	0,48
PT	0,5	19,05	21,35	0,25	1,92	0,96	0,96
QR	0,25	19,05	21,35	0,25	1,92	0,48	0,48
RU	0,5	19,05	21,35	0,25	1,92	0,96	0,96
ST	0,90	19,05	21,35	0,25	1,92	1,728	1,728
VT	0,95	19,05	21,35	0,25	1,92	1,824	1,824
TW	0,5	19,05	21,35	0,25	1,92	0,96	0,96
WX	0,40	19,05	21,35	0,25	1,92	0,768	0,768
XY	0,45	19,05	21,35	0,25	1,92	0,864	0,864
YZ	1,72	19,05	21,35	0,25	1,92	3,3024	3,3024

A parte de las pérdidas de carga en los tramos horizontales también debemos tener en cuenta las tuberías de los tramos verticales, es decir:

- Tuberías de la caldera al suelo, la caldera la situaremos a 90 cm del suelo, por tanto, tenemos que calcular las pérdidas para dos tuberías de 90 cm.

- Tuberías de las bancadas al suelo, las bancadas miden 50 cm de altura, entonces debemos colocar dos tuberías de 50 cm por cada bancada.

Entonces las pérdidas de carga en los tramos horizontales nos quedan:

$$\Delta P_{\text{verticales}} = (3,9438 + 6,573) \times E - 3 = 0,0105 \text{ m.c.a}$$

Ahora vamos a calcular las pérdidas de presión debidas a los distintos accesorios de la instalación.

Se ha buscado el coeficiente “K” de cada accesorio:

Pieza, conexión o dispositivo	K _i
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfallera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Figura 25 Coeficiente de pérdida de carga accesorios (25)

De manera que las perdidas por los accesorios se pueden calcular de esta manera (25):

$$\Delta P = K * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de carga en m.c.a

v: Velocidad del fluido en m/s

g: Gravedad en m/s^2

Tabla 12 Pérdidas por accesorios (25)

Accesorio	K	ΔP (m.c.a)	Cantidad	ΔP Totales (m.c.a))
Codo 90°	0,40	1,275 E-3	15	0,019
Válvula antirretorno	7.70	0,245	1	0,245
T flujo bilateral	1,80	5,74 E-3	2	0,1148
Entrada a tanque	1,00	3,12 E-3	4	0,0125
Ampliación brusca	0,30	9,56 E-4	3	2,868 E-3
Reducción brusca	0,35	1,12 E-3	3	3,36 E-3

1.3.2 Pérdidas totales

Si sumamos las pérdidas de toda la instalación, obtenemos un total de:

$$\Delta P = 9,216 \text{ E-3} + 0,397 + 0,0138 + 0,01050 = 0,4305 \text{ m.c.a}$$

2 ALTURA MANOMETRICA

La altura manométrica es la resultante de la suma de la altura geométrica que tiene que superar la bomba, es decir, los metros resultantes de la altura de aspiración y la altura de impulsión, y las pérdidas de carga debidas al rozamiento del fluido con la tubería y los accesorios, calculadas previamente.

La bomba va a tener que superar una altura de 90 cm para alcanzar la altura del depósito, pero el agua se va a encontrar en las bancadas, es decir a 50 cm del suelo. Entonces la altura geométrica a superar por la bomba son 40 cm.

De todo esto obtenemos:

$$H_{man}=H_{geo}+H_L=0,4+0,4305=0,8305 \text{ m.c.a}$$

ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS

INDICE

ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS.....	55
1 CALDERA ELÉCTRICA	57
2 BOMBA TACOFLOW2 SOLAR 15-60/30ET	60
3. VALVULAS DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	64
4 CONTROLADOR AX-7.....	67

1 CALDERA ELÉCTRICA

CALDERAS ELÉCTRICAS

HDCS/HDCSM

La caldera eléctrica HDCS/HDCSM es una caldera para calefacción con producción de agua caliente sanitaria que se suministra en dos versiones: mural o de pie.

Esta disponible en varias potencias desde 4,5 kW hasta 21 kW. En los modelos HDCS 45/90 y HDCSM 45/90 la potencia se puede ajustar en cada modelo desde 4,5 kW hasta 12 kW en 1,5 kW a 15 kW los modelos HDCS 10/15 y HDCSM 10/15 con una simple conexión de puentes eléctricos. Los modelos hasta 15 kW se suministran en trifásico y se pueden conectar fácilmente en monofásico. A partir de esa potencia hasta los 21 kW se sirven en trifásico. El cuerpo de calefacción es de acero y su equipamiento es el más completo del mercado.

El agua caliente sanitaria se produce por medio de una resistencia independiente en un acumulador de acero inoxidable, cumpliendo las exigencias higiénicas más estrictas. Esto garantiza una larga vida al sistema, debido a las propias características del material además de un mantenimiento simplificado al evitar el uso del ánodo de magnesio. Incorpora un sistema de prioridad al agua caliente sanitaria para evitar contrataciones de altas potencias. La potencia del se adapta a las necesidades de la instalación pudiendo seleccionar la mitad de la potencia o la total.

CALDERA CALEFACCIÓN + AGUA CALIENTE SANITARIA

Modelos	Potencia kW		Tiempo recuperación ACS min.		Consumo ACS L/10 min. Δ30	Capacidad del acumulador L	Instalación	Voltaje			Perfil de carga	Clase eficiencia calefacción	Clase eficiencia ACS
	Calefacción	ACS	35°C a 60°C	10°C a 60°C				208	2208	3808			
HDCS 45/90	4,5-9	6	34	47	134	83	Pie	-	-	-	XL	D	C
HDCS 10/15	10,5-15	6						-	-	-	XL	D	C
HDCS 1860	18	6						-	-	-	XL	D	C
HDCS 2160	21	6						-	-	-	XL	D	C
HDCSM 45/90	4,5-9	6	15	29	83	50	Mural	-	-	-	L	D	C
HDCSM 10/15	10,5-15	6						-	-	-	L	D	C
HDCSM 1860	18	6						-	-	-	L	D	C
HDCSM 2160	21	6						-	-	-	L	D	C

EQUIPAMIENTO

Clave de vaciado primario
Resistencia eléctrica calefacción
Resistencia eléctrica ACS
Válvula anti retorno ACS
Vaso de expansión calefacción
Módulo de eléctrico

Acumulador acero inoxidable
Termómetro
Manómetro
Selector media potencia
Interruptor general
Válvula seguridad calefacción

Purgador automático
Termostato de seguridad
Termostato de control calefacción
Bomba calefacción
Pneumático



La caldera eléctrica HDEE/HDEEM es una caldera para calefacción que se suministra en dos versiones mural o de pie.

Esta disponible en varias potencias desde 4,5 kW hasta 21 kW.

En los modelos HDEE 45/90 y HDEEM 45/90 la potencia se puede ajustar en cada modelo desde 4,5 kW hasta 9 kW o de 10,5 kW a 15 en los modelos HDEE 10/15 y HDEEM 10/15 con una simple conexión de puentes eléctricos.

Los modelos hasta 15 kW se suministran en trifásico y se pueden conectar fácilmente en monofásico. A partir de esa potencia hasta los 21 kW se sirven en trifásico.

El cuerpo de calefacción es de acero y su equipamiento es el más completo del mercado. La potencia del se adapta a las necesidades de la instalación pudiendo seleccionar la mitad de la potencia o la total.

CALDERA SÓLO CALEFACCIÓN

Modelos	Potencia kW	Instalación	200V	Voltaje 200V	380V	Clase eficiencia calefacción
HDEE 45/90	4,5-9	Pie	-	-	-	D
HDEE 10/15	10,5-15		-	-	-	D
HDEE 1860	18		-	-	-	D
HDEE 2160	21		-	-	-	D
HDEEM 45/90	4,5-9	Mural	-	-	-	D
HDEEM 10/15	10,5-15		-	-	-	D
HDEEM 1860	18		-	-	-	D
HDEEM 2160	21		-	-	-	D

EQUIPAMIENTO

Llave de vaciado primario
Resistencia eléctrica calefacción
Vaso de expansión calefacción
Termómetro
Manómetro

Selector media potencia
Interruptor general
Válvula seguridad calefacción
Purgador automático
Termostato de seguridad

Termostato de control calefacción
Bomba calefacción
Programador horario
Presostato

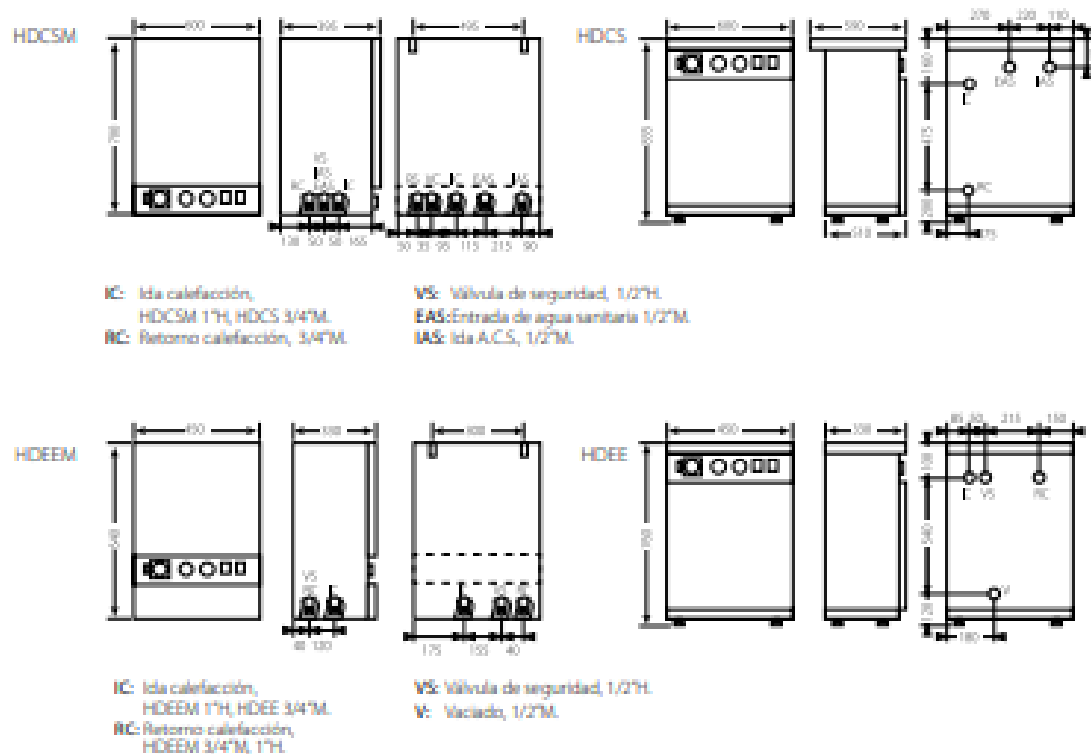


HDEEM



HDEE

DIMENSIONES



Potencia W	Sección de cable de alimentación mm ²			Consumo Amperios		
	230V ~	230V 3~	400V 3N~	230V ~	230V 3~	400V 3N~
4.500	6	4	2,5	20	11,8	6,8
6.000	6	4	2,5	27,2	15,7	9,1
7.500	6	4	2,5	34	19,7	11,4
9.000	10	6	2,5	40,8	23,6	13,6
10.500	10	6	4	47	27,5	15,9
12.000	16	10	4	54,5	31,4	18,2
13.500	16	10	6	61,3	35,4	20,4
15.000	25	16	6	68	39,4	22,8
18.000	25	16	10	81,8	47,2	27,2
21.000	-	16	10	-	55,2	31,9

DOMUSA
T E K N I K

DIRECCIÓN POSTAL
Apdo 95
20730 AZPEITIA
(Gipuzkoa) España

FÁBRICA Y OFICINAS
Bº San Sebastián, s/n.
20737 ERREZIL (Gipuzkoa) España
Tel: +34 943 813 899
domusateknik@domusateknik.com
www.domusateknik.com

ALMACÉN
Astarloaga, 13
Bº Leizola
20738 AZPEITIA
(Gipuzkoa) España



Octubre 2016

2 BOMBA TACOFLOW2 SOLAR 15-60/30ET



TACOFLOW2 SOLAR

BOMBA CIRCULADORA PARA INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS



Bomba circuladora a rotor húmedo para sistemas solares térmicos en construcciones residenciales y comerciales.

DESCRIPCIÓN

La TacoFlow2 SOLAR incorpora el motor síncrono con tecnología de imán permanente.

Esta innovadora tecnología permite obtener una elevada eficiencia con un coste muy inferior.

Además, no requiere mantenimiento, sustitución de juntas ni elementos de sellado.

POSICIÓN DE MONTAJE

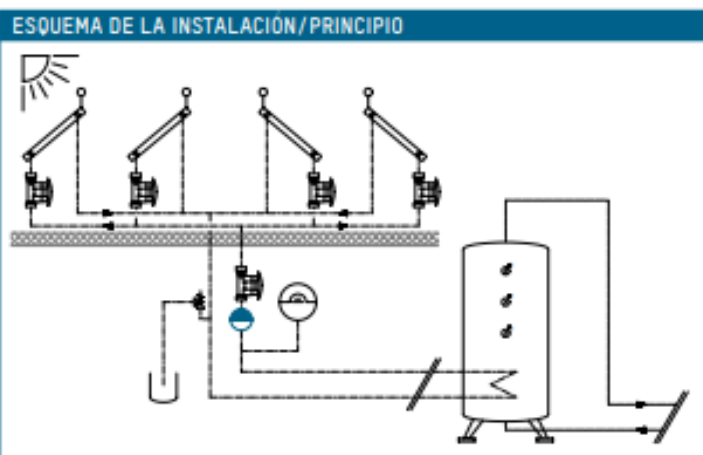
La bomba puede ser instalada en posición horizontal o vertical. Hay que tener en cuenta la flecha del sentido del fluido indicado en el cuerpo de la bomba (ver manual de uso e instalación).

VENTAJAS

- Ajuste eficiente de la potencia con $\Delta p-v$ curvas de presión proporcional variable o velocidad mín.-máx. establecida
- Rango de temperatura de funcionamiento $+2^{\circ}\text{C}$ a $+110^{\circ}\text{C}$
- Indicación del estado de funcionamiento actual mediante color en LED en el frontal de la bomba

FUNCIONAMIENTO

El sistema a rotor húmedo de la circuladora, hace que dicho rotor este sumergido en el fluido bombeado. De este modo, queda refrigerado y lubricado. La circuladora dispone de aviso de bloqueo y un potente sistema de desbloqueo automático. Con los desarrollos electrónicos, no tiene sentido el antiguo tornillo manual de desbloqueo. Además, dispone de detección automática de aire en el circuito.



CATEGORÍAS DE EDIFICIOS

- Edificios residenciales con sistemas district heating, casas adosadas, unifamiliares, con instalaciones comunes y en general
- Edificios públicos y comerciales
- Edificios de oficinas, comerciales y industriales

TACOFLOW2 SOLAR | BOMBA CIRCULADORA PARA INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

TEXTO PARA LICITACIONES
Véase www.taconova.com

DATOS TÉCNICOS

Bomba

- Temperatura ambiente: de +0 °C a +40 °C
- Temperaturas de funcionamiento*: de +2 °C a +110 °C
- Rango de temperatura con temperatura ambiente máxima:
 - a 30 °C: +30 °C a +110 °C
 - a 35 °C: +35 °C a +90 °C
 - a 40 °C: +40 °C a +70 °C
- Presión de ejercicio: máx. 1,0 MPa - 10 bar
- Presión mínima en la aspiración:
 - 0,03 MPa (0,3 bar) a 50 °C
 - 0,10 MPa (1,0 bar) a 95 °C
 - 0,15 MPa (1,5 bar) a 110 °C
- Humedad relativa del aire máx.: ≤ 95%
- Nivel de presión sonora: < 43 dB(A)
- Directiva de baja tensión (2006/95/CE): estándar utilizado: EN 62233, EN 60335-1 y EN 60335-2-51
- Directiva EMC (2004/108/CE): estándar utilizado: EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 EN 61010-1 y

DATOS TÉCNICOS (CONTINUACIÓN)

Motor/Electrónica

- Tensión de alimentación: 1 x 230 V (±10 %); frecuencia: 50/60 Hz
- Conector de conexión rápida
- Potencia nominal absorbida (P1): mín. 3 W, máx. 42 W
- Corriente de funcionamiento (I1): mín. 0,03 A, máx. 0,33 A
- Clase de aislamiento: H
- Grado de protección: IP 44
- Clase de protección: II

PANORÁMICA

TacoFlow2 SOLAR | Bomba circuladora para instalaciones solares térmicas. Bomba electrónica de alta eficiencia, cuerpo en hierro fundido con tratamiento anti-oxidación KTL, con conector eléctrico de conexión fácil y rápida. También puede utilizarse en instalaciones de calefacción. Altura (H/m.c.a): 6 mts.

Cód. pedido	Denominación	Rosca	Entre ejes	Peso
302.2235.000	SOLAR 15-60/130	G 1"	130 mm	1,67 kg
302.4235.000	SOLAR 25-60/130	G 1 1/2"	130 mm	1,81 kg
302.5235.000	SOLAR 25-60/180	G 1 1/2"	180 mm	1,96 kg

ACOTACIONES

estándar utilizado: EN 61000-3-2,
EN 61000-3-3, EN 55014-1 y
EN 55014-2

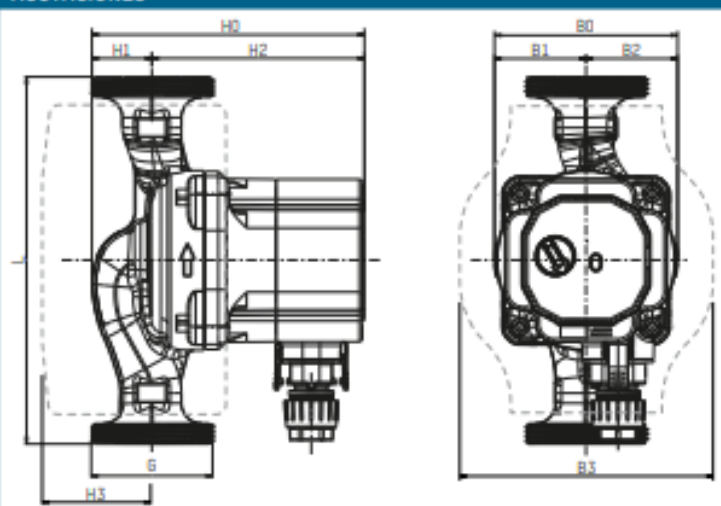
- Directiva Ecodesign (2009/125/CE);
estándar utilizado: EN 16297-1 y EN
16297-2

Materiales

- Cuerpo de la bomba: hierro fundido,
tratamiento por cataforesis
(EN-GJL-200)
- Turbina / Impulsor: composite
- Eje: cerámico
- Rodamiento: grafito
- Cojinete axial: cerámico
- Interior/alojamiento: composite
polimérico

* Para evitar la condensación en el motor y en
elementos electrónicos, la temperatura del
fluido utilizado debe ser siempre superior a la
temperatura ambiente.

ACOTACIONES



CUADRO DE MEDIDAS

Cód. pedido	L	B0	B1	B2	B3	H0	H1	H2	H3
302.2235.000	130	90	45	45	124	133,8	29,4	104,4	49
302.4235.000	130	90	45	45	124	133,8	29,4	104,4	49
302.5235.000	180	90	45	45	124	133,8	29,4	104,4	49

ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

IEE \leq 0,20 - parte 2

El valor de referencia IEE para las
bombas de circulación más eficientes es de \leq 0,20

3. VALVULAS DE CONTROL DE TEMPERATURA



Datasheet

ENGLISH

Stock Nos: 1440809, 1440794, 1440810, 1440795, 1440811, 1440797, 1440812, 1440798, 1440813, 1440799, 1440814, 1440800, 1440815, 1440801, 1440816, 1440802, 1440817, 1440803, 1440818, 1440804, 1440805, 1440819, 1440806, 1440807, 1440820, 1440808

SOL Series

Industrial Solenoid Valves



- For liquid or gas* use
- Full range of sizes from 3/8" to 2"
- 2 port, normally open (NO) & normally closed (NC) versions
- Pilot operated
- Brass body
- 24Vdc or 230Vac operation

The SOL Series is a range of 2-way solenoid valves which are pilot-operated and are in a choice of 230Vac or 24Vdc coils to suit the required voltage.

Ideal for use in a wide range of industrial and commercial applications such as autoclaves, cooling plant and equipment, watering plant, fire extinguishing systems, hygienic & sanitary applications as well as water jet machinery and many other fluid control uses.

General Features

The electro-pilot of the pilot-operated solenoid valves is not directly responsible for opening (closing) the solenoid valve. The solenoid valve presents three sequential chambers :

- inlet chamber Ci (upstream of the diaphragm)
- compensating chamber Cc (downstream of the diaphragm and upstream of the electro-pilot)
- outlet chamber Cu (downstream of the electro-pilot).

In the 2/2-way normally closed (NC) solenoid valve, Ci & Cc are communicating by means of a compensating hole when the coil is de-energised. Therefore, the diaphragm is in a condition of balanced pressure level and DN tightness is ensured by the retaining spring load for the same diaphragm.

When the coil is energised by acting on the electro-pilot, there is an immediate communication between Cc and Cu; the sudden increase in volume of the pressurised fluid over the diaphragm ($Cc + Cu > Ci$) causes a pressure drop.

The diaphragm is no longer in a condition of balanced pressure level and it swells up in the higher pressure direction thus raising up and opening the DN to let the fluid flow.

* Group 2 gases.

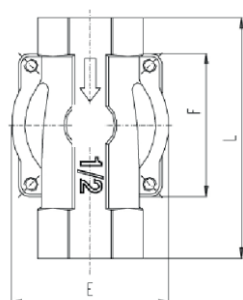
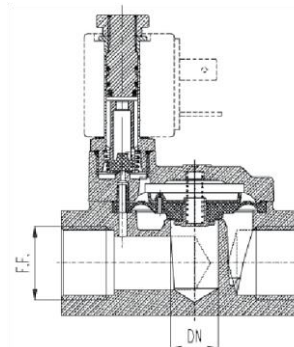
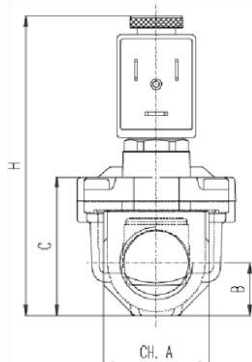
Mechanical Characteristics		Electrical Characteristics	
Body material	Forged brass	Electrical insulation class	I
Plunger	Magnetic stainless steel	Temperature class	H
Gaskets	NBR	Protection Class (with connector)	IP65
T _{room} Maximum	80°C	Type of service	Continuous
T _{fluid} Minimum	-20°C	Coil approval	VDE
T _{fluid} Maximum	90°C		



Specifications are subject to change without prior notice.



SOL Series Industrial Solenoid Valves



RS Stock No.	Operating Voltage	Operation	Size	Dimension (mm)								Pressure (bar)		Max Flow (m ³ /hr)	Operating Temp
				DN	CH.A	B	C	E	F	L	H	Min	Max		
1440809	24Vdc	NO	G3/8"	11.5	24	12	32.5	42	38	57	93.5	0.1	15	1.7	-20to +90Deg C
1440794		NC													
1440810	230Vac	NO													
1440795		NC													
1440811	24Vdc	NO	G1/2"	13.5	30	15	40	45	41	69	101	0.1	15	3.8	-20to +90Deg C
1440797		NC													
1440812	230Vac	NO													
1440798		NC													
1440813	24Vdc	NO	G3/4"	18	36	18	46.6	54	50	74	108	0.2	15	5	-20to +90Deg C
1440799		NC													
1440814	230Vac	NO													
1440800		NC													
1440815	24Vdc	NO	G1"	26	45	22.5	60	71	67	93	120	0.2	12	11	-20to +90Deg C
1440801		NC													
1440816	230Vac	NO													
1440802		NC													
1440817	24Vdc	NO	G1-1/4"	32	55	27.5	73.5	87	79	111	146	0.4	12	17	-20to +90Deg C
1440803		NC													

1440818	230Vac	NO														
1440804		NC														
1440805	24Vdc	NC	G1-1/2"													
1440819	230Vac	NO		45	62	31	85	110	100	138	154	0.4	10	27	-20to +90Deg C	
1440806	230Vac	NC														
1440807	24Vdc	NC	G2"													
1440820	230Vac	NO		50	75	37.5	99	110	100	145	168	0.4	10	26	-20to +90Deg C	
1440808		NC														

SOL RS Pro 2018

Specifications are subject to change without prior notice.

4 CONTROLADOR AX-7

SECURITY OR SAFETY
controllers & more

www.ssint.com.mx

AX series

Control de Temperatura Digital

Precio Económico | Funciones Convenientes | Muestreo de Alta Velocidad | Control de Temperatura, de Alta Precisión

4000 4000

1200 1200

5000 5000

4000 4000

1200 1200

HANYOUNG NUX

AX2 · AX3 · AX4 · AX7 · AX9



➔ Control de Temperatura altamente preciso.

Pantalla de Alta Precisión

Mejorado la precisión de la pantalla a $\pm 0.3\%$ of F.S (Escala Completa)

± 0.3 % of F.S

Ciclo de muestreo de alta velocidad

Realiza un control más preciso de la temperatura mediante el ciclo de muestreo de alta velocidad (0.1 s)

0.1s



0.1°C / 0.1°F visualización del punto decimal






Capaz de seleccionar Celsius (°C) o Fahrenheit (°F) para temperatura mediante la selección de parámetro interno

0.1 °C / 0.1 °F



AX series

)Especificaciones

Modelo		0.01	0.02	0.05	0.1	0.5
Dimensiones W X H X D (mm)						
		48 X 48 X 63	96 X 48 X 63	72 X 72 X 63	48 X 96 X 63	96 X 96 X 63
Multi-entrada Termocouple: K, J, R, T, EEC, SBA-T1, (K102 - PT100 Q, N/C750)						
Cuenta de divisiones		1000 mV				
Resolución de entrada		1044.1 mV				
Resolución de salida		10 V/V				
Precisión	en la pantalla	± 0.3 % of F.S. ±1 dígito (N/C error ±0.8 % T)				
		± 0.5 % of F.S. ±1 dígito de 0 - 400 °C (rango)				± 0.2 °C dentro del rango 0 - 400 °C
		± 0.3 % F.S. ±1 dígito de 400 - 1000 °C (rango)				± 0.8 °C fuera de rango
		± 0.3 % de F.S. ±1 dígito T				
Tipo de salida de onda		7 Segmento LED (P/V - Resp. 3V / Vcc) (onda)				
Tamaño de la onda	V _{pp}	13.8 X 8.8	18.8 X 7.8	14.8 X 7.8	16.8 X 7.8	22.8 X 11.2
	V _{cc}	8.2 X 8.2	12.0 X 8.0	8.8 X 4.7	10.8 X 6.2	18.7 X 9.2
Precisión de entrada de entrada		- Termocouple: 0.1 °C (K, J, T), 0.8 °C (R), 0.3 °C (T, E, F, R) - K102: 0.25 °C, 0.1 °C				
Resolución de salida		100 mV, 500 V c.c., 1 minuto (Terminal puente - Terminal secundario)				
Resolución de salida		2.200 V a.c., 50/60 Hz, 300 mV (Terminal puente - Terminal secundario)				
Modo de control de onda		PID control por Auto-tuning, ON/OFF control				
Modo de control		Los ajustes establecidos en el rango 0.0 % - 100.0 %				
Control de onda		Futuros modos de onda: Futuros modos de onda adicionales mediante el ajuste de parámetros				
Control de onda		- Salida de onda: - Inconexión por el ajuste del parámetro 1a, 2A, 240 V a.c., 3 A, 30 V a.c. (Carga resistiva) - Salida de onda de voltaje para funcionamiento 50/60 Hz (pulsos cuadrados) (Carga resistiva) (LTV) - Voltaje más salido para funcionamiento 50/60 Hz (Carga de fase (PWR)) - 50 V a.c., voltaje de onda (Carga resistiva mínima 500 Ω) - 0 - 20 mV a.c. (Carga resistiva mínima 500 Ω) - 100 - 240 V a.c. 50 / 60 Hz - 40 % de la tensión de alimentación - 0.5 V/m, onda - 0 - 50 °C - 0 - 100 % de (300 condensación) - 10 - 50 mV, 0.75 mV, cada uno a la dirección X, Y y Z durante 2 fases - 300 Hz a la dirección Z cada 3 fases				
Peso		180 g	330 g	330 g	330 g	400 g

↳ Rango y código de entrada

Classificação	Tamanho	Tipo de Interface	Faixa	
			Calor (°C)	Falibilidade (%)
Termopares	K1	K	-125 ~ 1250 °C	-148 ~ 2192 %
	K2		-100.0 ~ 500.0 °C	-148 ~ 932 %
	J1	J	-100.0 ~ 500.0 °C	-148 ~ 932 %
	E	E	0 ~ 1700 °C	32 ~ 3092 %
	I	I	-100.0 ~ 400.0 °C	-148 ~ 752 %
RTD	Pt	Pt100-Ω	-100.0 ~ 400.0 °C	-148.0 ~ 752.0 %

HANYOUNG FILE

AX series Control de Temperatura Digital

Económico • Conveniente • Ciclo Rápido de Muestreo • Alta Precisión Control de Temperatura

Mantiene la facilidad de uso con su funcionalidad esencial para los ingenieros y los operadores del sitio de trabajo y el control de temperatura de alta precisión se logra con el ciclo de muestreo rápido.

➔ **Selección Simple**



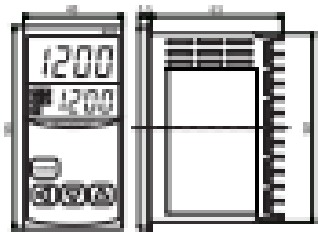
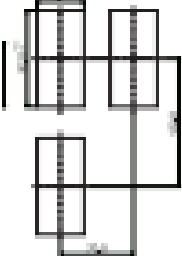


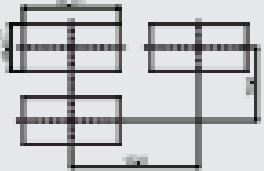
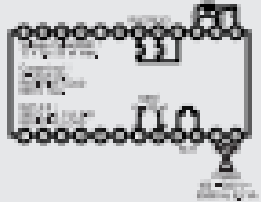
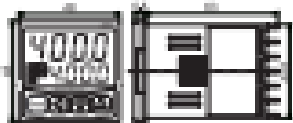
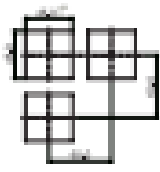

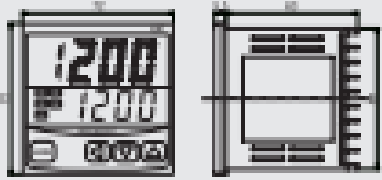
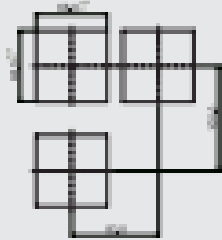
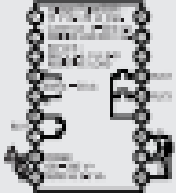
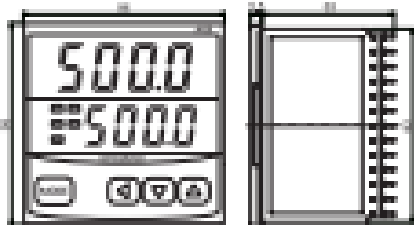
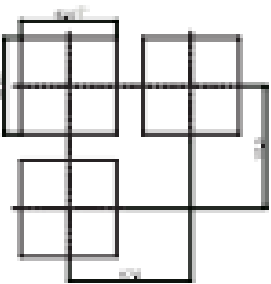

Profundidad de Instalación 63 mm

AX series Con el diseño en la reducción de profundidad de instalación, se provee mayor espacio en el panel y la caja de control para su instalación.



>>> Dimensión, Corte del Panel y Diagrama de Conexión

(Unidad 100)

Dimensión	Corte del Panel	Diagrama de Conexión
		
		
		
		
		



Torres 106 Compadre, Av. Ricardo Montalvo No 376
Parque Corporativo Santa Ingrida, C.P. 84367
San Pedro Garza García, N.L., México
Tel: (81) 8257 7575 / 8258 8487
E-Mail: ventas@ssint.com.mx / soporte@ssint.com.mx

www.ssint.com.mx

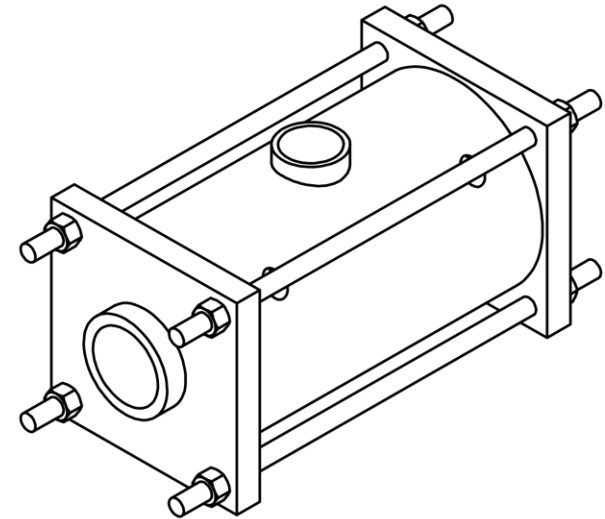
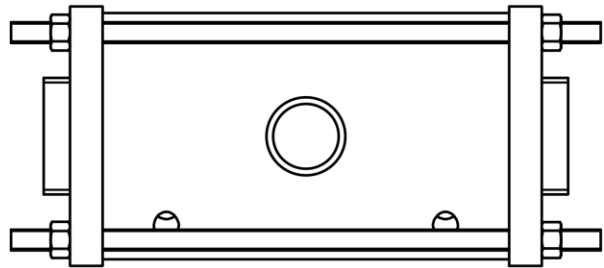
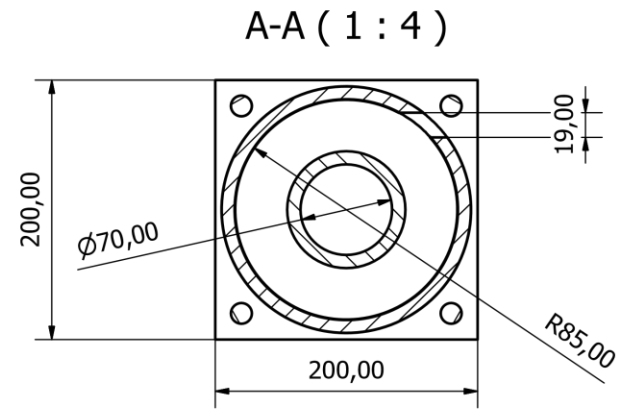
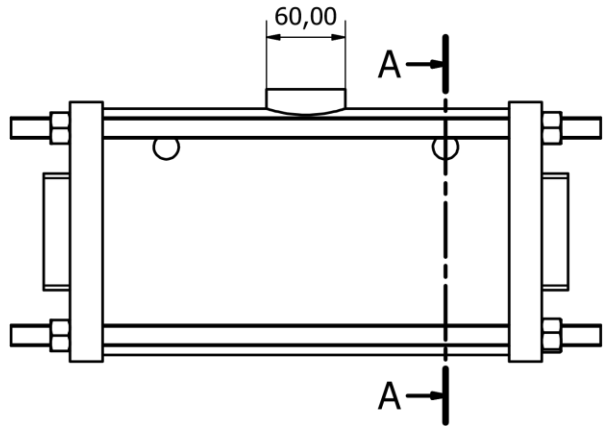


DOCUMENTO III:

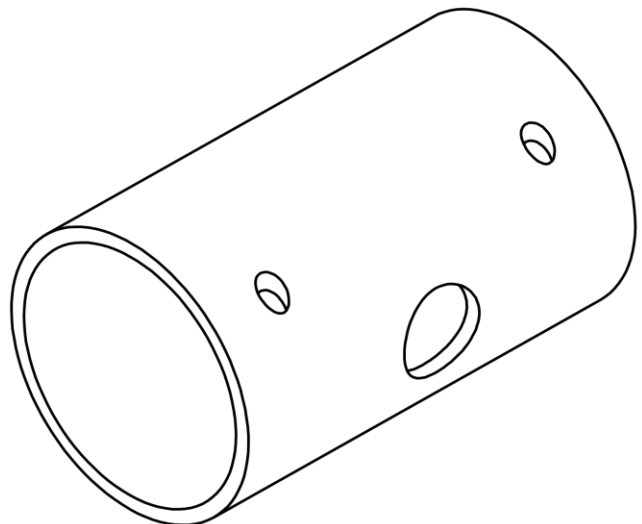
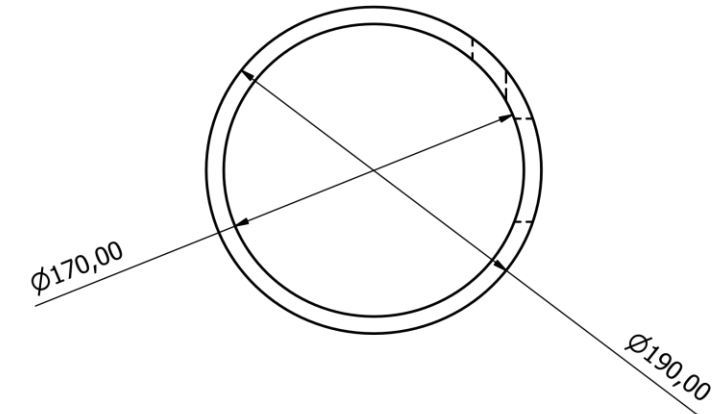
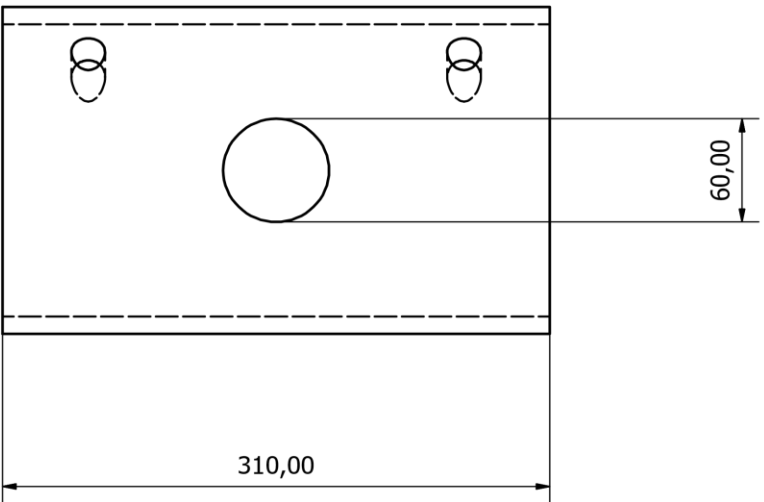
PLANOS

INDICE

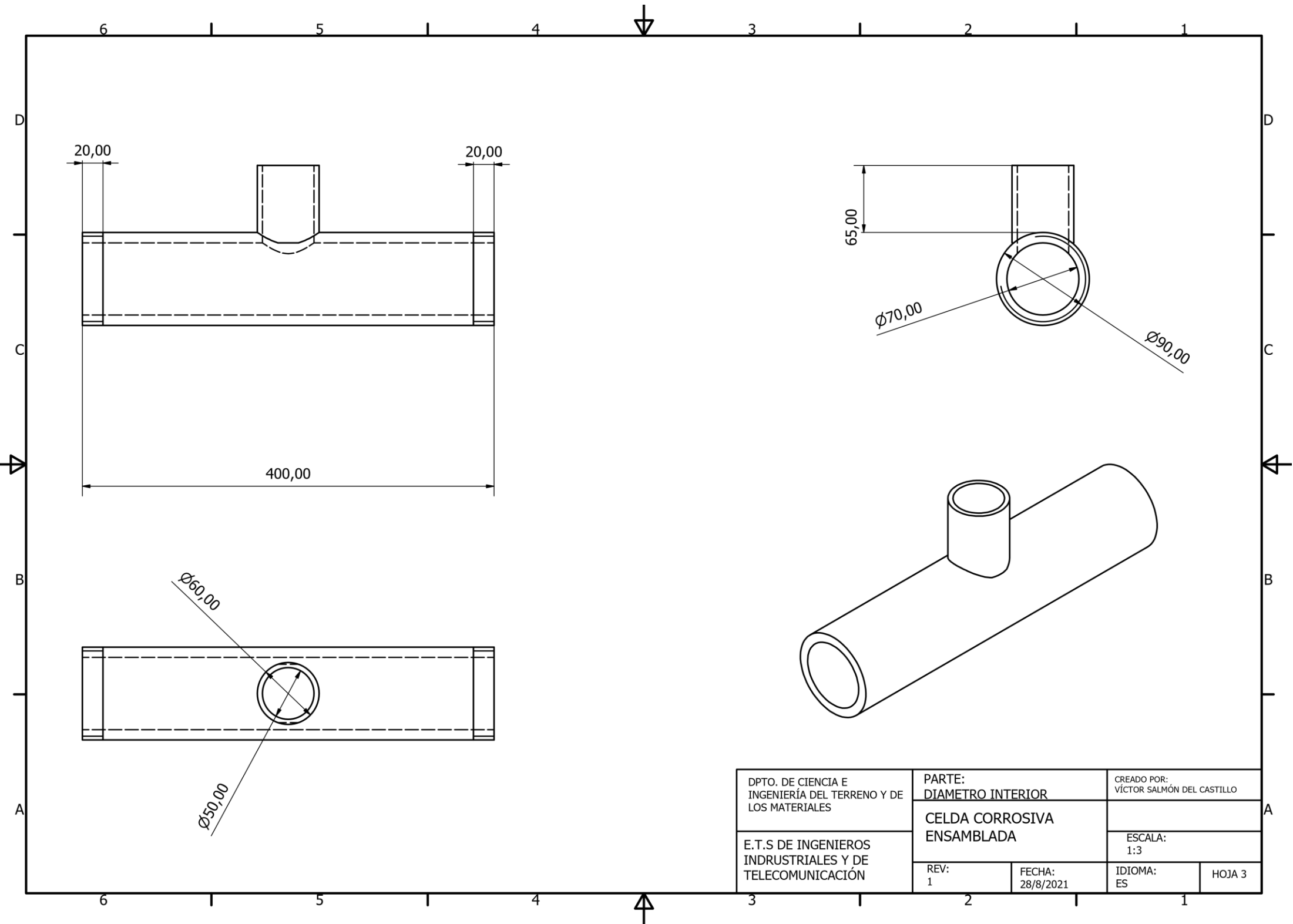
DOCUMENTO 3: PLANOS	73
1 CELDA ENSAMBLADA.....	75
1.1 DIAMETRO EXTERIOR.....	76
1.2 DIAMETRO INTERIOR	77
1.3 POLIAMIDA CUADRADA.....	78
1.4 BARRA.....	79
2 INSTALACION ACTUAL	80
3 INSTALACION NUEVA.....	81

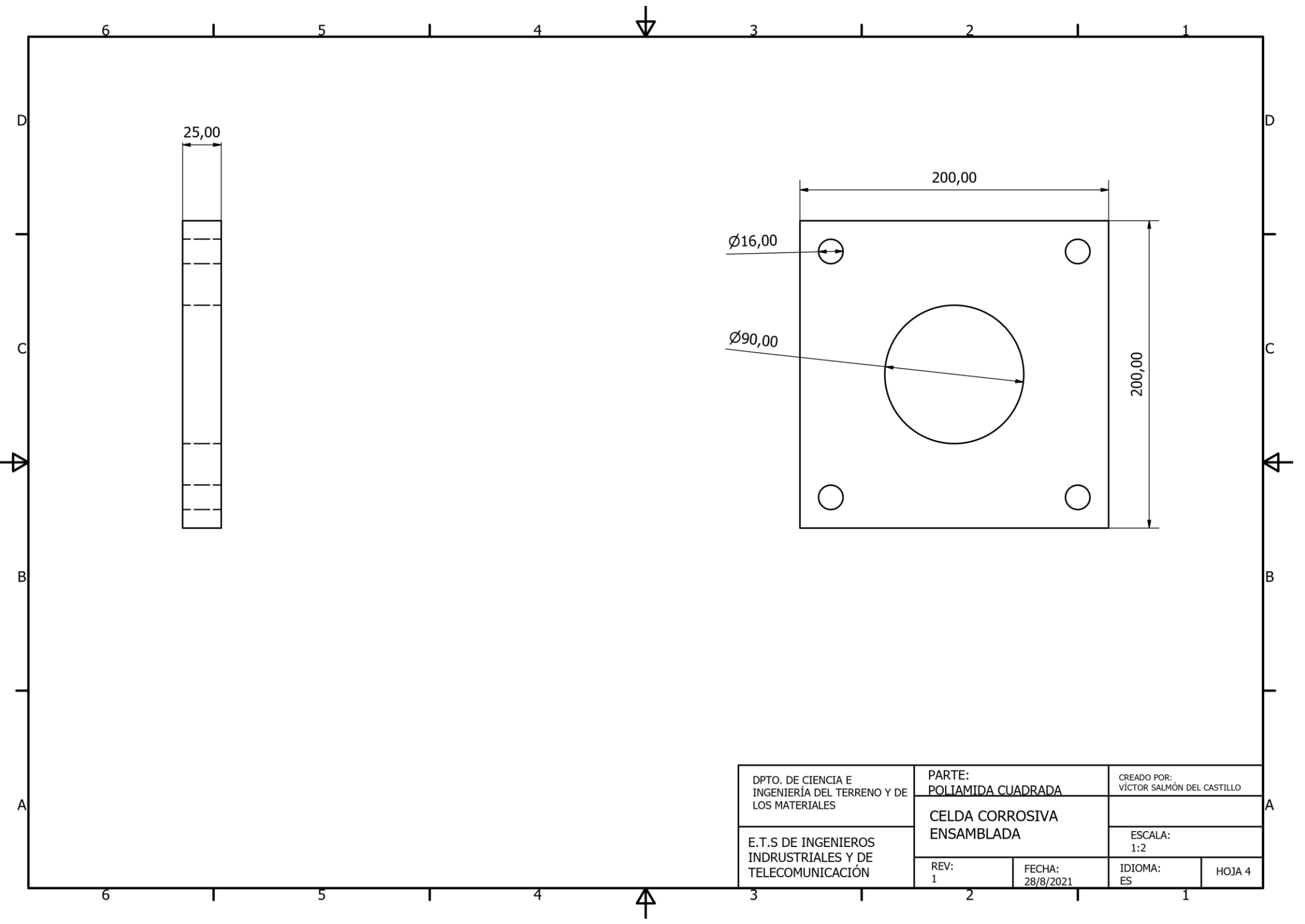


DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES			CREADO POR: VÍCTOR SALMÓN DEL CASTILLO	
	CELDA CORROSIVA ENSAMBLADA			
	E.T.S DE INGENIEROS INDRUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		ESCALA: 1:4	
REV: 1	FECHA: 28/8/2021	IDIOMA: ES	HOJA 1	

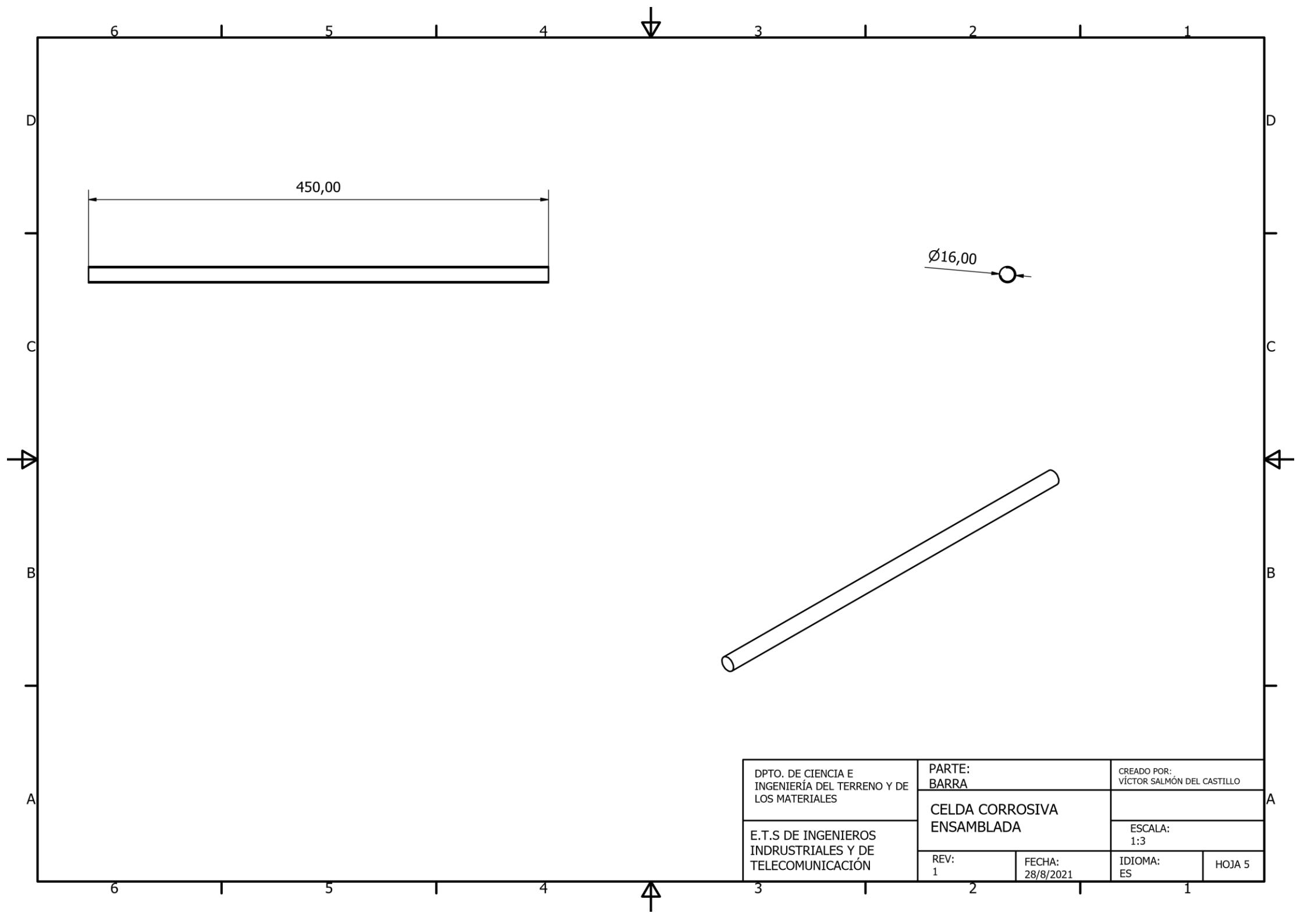


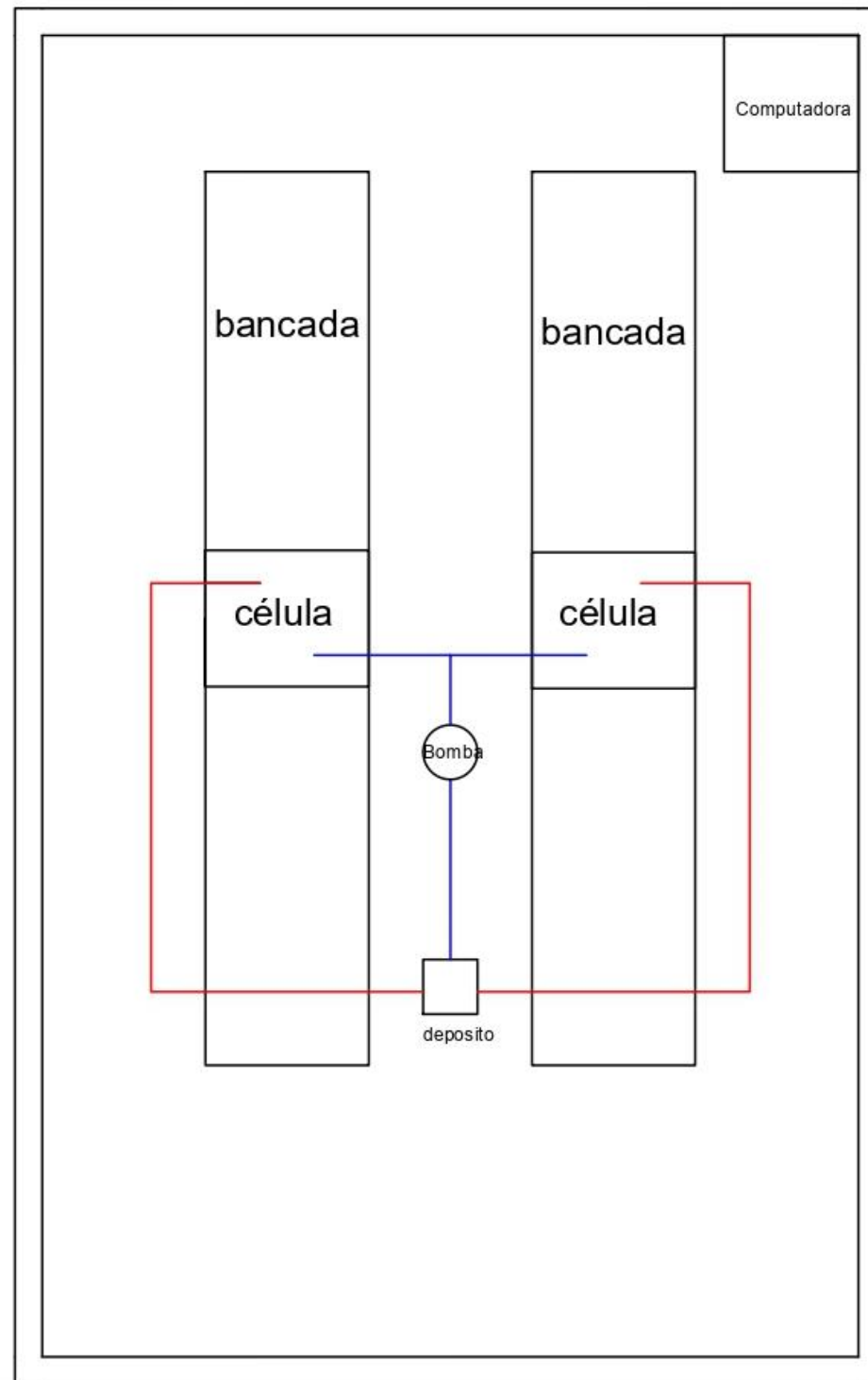
DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES	PARTE: DIAMETRO EXTERIOR		CREADO POR: VÍCTOR SALMÓN DEL CASTILLO	
	CELDA CORROSIVA ENSAMBLADA		ESCALA: 1:3	
	REV: 1	FECHA: 28/8/2021	IDIOMA: ES	HOJA 2



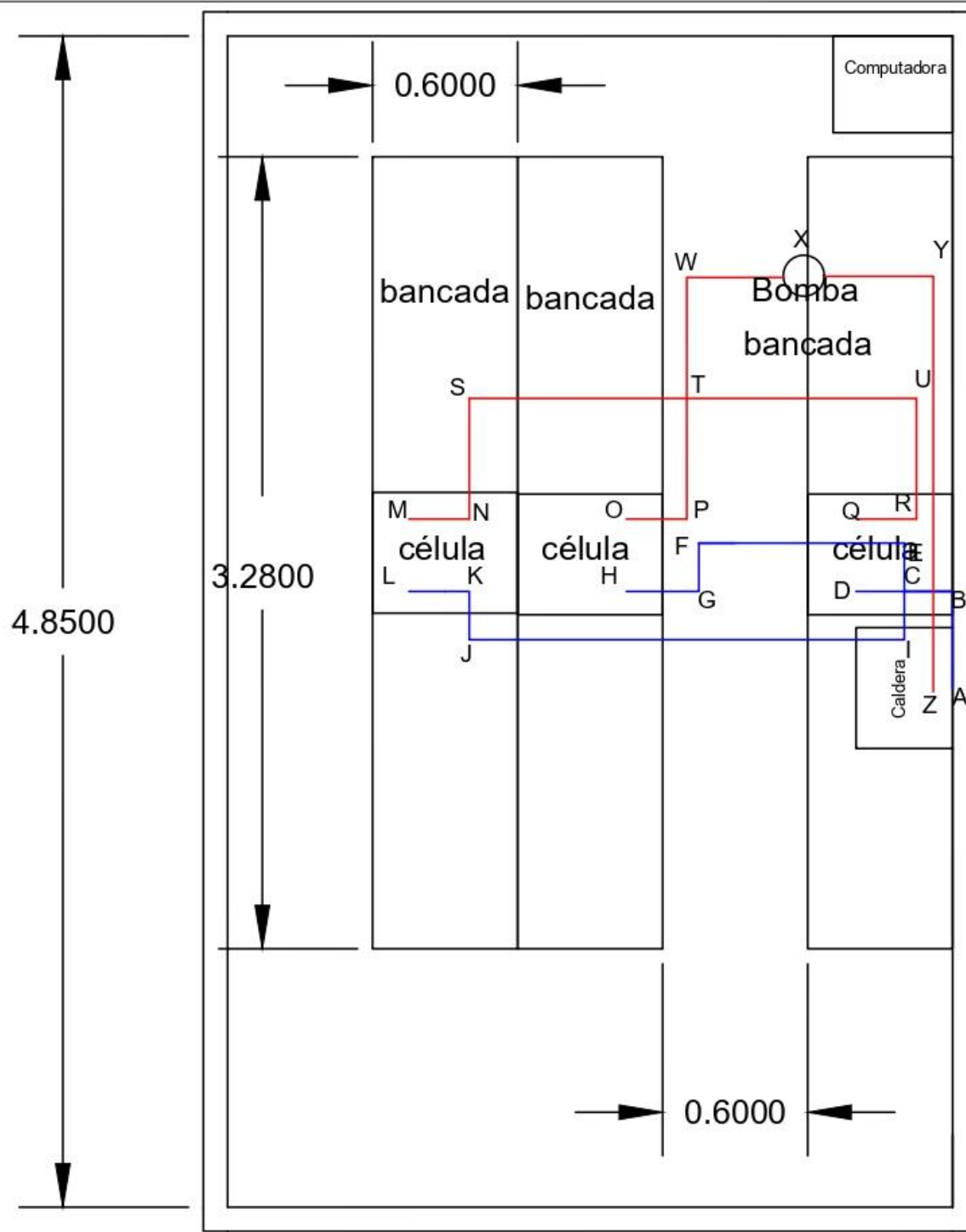


DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES	PARTE: POLIAMIDA CUADRADA	CREADO POR: VÍCTOR SALMÓN DEL CASTILLO	
	CELDA CORROSIVA ENSAMBLADA		
		ESCALA: 1:2	
E.T.S DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	REV: 1	FECHA: 28/8/2021	IDIOMA: ES
			HOJA 4





DPTO. DE CIENCIA INGENIERIA DEL TERRENO Y LOS MATERIALES	CREADO POR: VICTOR SALMON DEL CASTILLO	
ET. 3 DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	INSTALACIÓN ACTUAL	FECHA: 28/02/2021
	REV. 1	HOJA 6



DPTO. DE CIENCIA INGENIERIA DEL TERRENO Y LOS MATERIALES	CREADO POR: VICTOR SALMON DEL CASTILLO	
	INSTALACIÓN NUEVA	FECHA: 28/8/2021
ET.S DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	REV. 1	HOJA 7

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

INDICE

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	83
1 OBJETO	84
2 CONDICIONES Y NORMAS.....	85
3 COORDINACION	85
4 MATERIALES.....	86
5 DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA INSTALACION Y REQUISITOS DE LOS COMPONENTES	86
5.1 CALDERA ELECTRICA	87
5.2 INTERCAMIADOR DE CALOR/CELDA CORROSIVA	87
5.3 TUBERIAS	88
5.6 VALVULAS.....	88
5.7 PURGADORES.....	89
5.8 EQUIPOS DE MEDIDA.....	89
6 EJECUCION	90
6.1 GENERALIDADES	90
6.2 CALDERA ELECTRICA	91
6.3 TUBERIAS Y ACCESORIOS	91
6.4 BOMBA DE CIRCULACIÓN	91
7 MANTENIMIENTO	92
8 AJUSTE Y EQUILIBRADO	92

1 OBJETO

Este pliego de condiciones técnicas busca establecer las responsabilidades, derechos y garantías entre las distintas partes, de tal forma que el proyecto pueda realizarse en los plazos establecidos y evitando

de esta forma posibles malentendidos. De la misma forma se definirán los materiales y componentes utilizados, así como sus respectivas calidades, y se definirá el proceso de montaje y funcionamiento de la instalación.

2 CONDICIONES Y NORMAS

Como no he conseguido encontrar un proyecto de características similares a este, voy a tomar alguna de la documentación necesaria para llevar a cabo un proyecto de cobertura de agua caliente sanitaria y calefacción para una vivienda.

A continuación, resumo la documentación:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (última actualización el 28 de marzo de 2016 en el BOE).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias (publicado el 5 de febrero de 2009 en el BOE).
- Guía técnica de instalaciones de climatización por agua, Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR).
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

3 COORDINACION

El instalador pondrá los medios necesarios para que la coordinación tenga efectividad, con la empresa instaladora, como con los diferentes oficios o instaladores de otras especialidades que sean necesarios para el montaje de la instalación

En aquellas situaciones concurrentes entre dos oficios o instaladores y que por esto pueda ser conflictiva la delimitación de las responsabilidades de cada uno, el instalador se atenderá al dictamen que sobre el particular indique la dirección de la obra.

Los acabados de los trabajos serán limpios, estéticos y dentro de lo acordado.

Los materiales montados deberán estar suficientemente protegidos de tal manera que sean evitados los daños que les pueda ocasionar agua, basura, sustancias químicas, mecánicas y en general afecciones de la construcción, reservándose la Dirección el derecho a eliminar cualquier material inadecuado acopiaje bien en almacén, o montado, juzgase defectuoso.

Una vez terminado el montaje de la instalación el instalador debe proceder a la limpieza general y eliminación de materiales sobrantes, recortes, desperdicios, etc. Así como todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado con su trabajo, no siendo causa justificativa para la omisión de lo anterior la afección del trabajo de otros oficios.

4 MATERIALES

Los equipos y materiales que se utilicen para el presente proyecto llevaran el marcado CE, siempre que estén en vigor con la normativa vigente.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad, legalmente concedidos en cualquier estado de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo. Siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantiza un nivel de seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente, equivalente a las normas vigentes en España.

5 DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA INSTALACION Y REQUISITOS DE LOS COMPONENTES

Los materiales de la instalación deben poder soportar las máximas presiones y temperaturas que puedan alcanzarse en esta.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión.

Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.

En la memoria se podrá visualizar los componentes elegidos y, en el Anexo II, las fichas técnicas de estos con sus correspondientes características. A continuación, se describirán las calidades mínimas de estos.

5.1 CALDERA ELECTRICA

La caldera se encontrará en el interior del laboratorio de LADICIM, concretamente en la sala destinada a realizar el ensayo de corrosión bajo tensión.

Preferentemente el sistema de acumulación de la instalación estará compuesto únicamente por un solo deposito, el de la caldera eléctrica, será de configuración vertical preferentemente a una altura mayor a la de las células corrosivas. El volumen de agua en circulación se almacenará únicamente en este depósito.

La caldera vendrá equipada de fabrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

1. Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
2. Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido caloportador.
3. Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.

La caldera estará recubierta con material aislante, además ira equipada con la protección catódica o anticorrosiva establecida por el fabricante para garantizar su durabilidad.

La caldera estará protegida, como mínimo, con los dispositivos indicados en el punto 5 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión (Orden 11764 de 31 de mayo de 1985 - BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

5.2 INTERCAMIADOR DE CALOR/CELDA CORROSIVA

En el presente proyecto se ha diseñado un intercambiador de calor donde estará en reposo el fluido corrosivo.

La fabricación de este intercambiador debe garantizar la seguridad de los usuarios que lo manipules ya que la mezcla de trabajo es altamente corrosiva.

En ningún momento se fabricará en un material el cual pueda ser dañado por la mezcla. Se recomienda la fabricación en un material plástico resistente a la corrosión.

El diseño de la celda corrosiva permitirá su desacoplamiento para poder limpiar cada una de las partes que los constituyen para evitar así su deterioro.

5.3 TUBERIAS

Las tuberías de la instalación serán de materiales plásticos que sean capaces de soportar la temperatura máxima de la instalación, que cumplan las normas de la UNE que le sean de aplicación y este autorizado su uso por parte de las compañías de agua potable.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de tal manera que la velocidad del fluido nunca supere los 2 m/s cuando la tubería transcurra por locales habitados y 3 m/s cuando el trazado transcurra por exteriores o locales no habitados.

La pérdida de carga unitaria en tuberías nunca superara los 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporten.

Todas las redes de tuberías podrán vaciarse de forma parcial o total, a través de un elemento que tenga un diámetro nominal mínimo de 20 mm.

5.6 VALVULAS

La elección de las válvulas se realizará siguiente preferentemente los siguientes criterios:

1. Para aislamiento: válvulas de esfera.
2. Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
3. Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
4. Para llenado: válvulas de esfera.
5. Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
6. Para seguridad: válvulas de resorte.
7. Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

No se permitirá el uso de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador deben asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio.

El volante o la palanca deben de ser de dimensiones suficientes para garantizar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares.

Las superficies del asiento y obturado deben ser recambiables.

Las válvulas troqueladas y de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén acopladas correctamente, no tenga lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas deberá ser igual o superior a 4kp/cm^2 .

Los diámetros libres en lo asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso menos a 12 mm.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la bomba y el manguito antivibratorio y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

1. Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
2. Mecanismo de acero inoxidable.
3. Flotador y asiento de acero inoxidable.
4. Obturador de goma sintética. Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima del circuito.

5.7 PURGADORES

En la caldera eléctrica, en la parte superior, y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedarse aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, también se colocarán adicionalmente los dispositivos necesarios para la purga manual.

En general, el trazado del circuito evitará los trazados tortuosos para así favorecer la circulación del agua hacia los puntos más altos.

Los trazados horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% hacia el sentido de la circulación.

5.8 EQUIPOS DE MEDIDA

La medida de caudales de fluidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnéticos, medidores de flujo de desplazamiento positivo, de tal forma que la precisión sea igual o superior a $\pm 3\%$ en todos los casos.

Las medidas de presión del circuito se realizarán por medio de manómetros equipados con dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura.

En lo referente a la colocación de las sondas, deben ser de inmersión y estar situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se quiere medir.

Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se generen turbulencias.

6 EJECUCION

6.1 GENERALIDADES

La instalación se construirá en su totalidad con materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por cada uno de los fabricantes de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, estas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio es capaz de soportar la instalación.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y maquinas deberán estar correctamente tapados y protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a su unión. Para evitar así la entrada de cuerpos y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles como los equipos de medición, que deberán de quedar debidamente protegidos.

Antes de su instalación, todas las canalizaciones deberán limpiarse de cualquier cuerpo, como rebabas, óxidos, suciedades, etc. La alineación de canalizaciones en uniones y cambios de direcciones se realizará con los correctos instrumentos, centrando los ejes de las canalizaciones con las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces, debidos al transporte o almacenamientos, el suministrador deberá aplicar una capa de pintura rica en Zinc u otro material similar.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso para su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados los quipos, se procurará que las placas de características de estos sean visibles.

Los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante se les aplicará una capa de pintura antioxidante.

6.2 CALDERA ELECTRICA

La estructura soporte para depósitos y su fijación se hará según la normativa vigente.

6.3 TUBERIAS Y ACCESORIOS

Antes de la instalación, deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas de los agentes atmosféricos. A la hora de su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica.

La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales deberá ser de 5 cm.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores.

Las conexiones de las tuberías a los distintos componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de los componentes del circuito deben ser fácilmente desmontables con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

El dimensionado, distancias y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE 100.152.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y accesorios, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

6.4 BOMBA DE CIRCULACIÓN

La bomba en línea se instalará de tal manera que el eje de rotación esté horizontal y dejando espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado.

El diámetro de las tuberías de acoplamientos no podrá ser nunca menor al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

La bomba estará dotada de tomas para la medición de la presión en aspiración e impulsión.

La bomba deberá protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

7 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.

Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación, en este caso LADICIM, entregara al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica.

La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias del RITE.

Será obligación del mantenedor autorizado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el «Manual de Uso y Mantenimiento» a las características técnicas de la instalación.

El mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE será de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo en el caso de este proyecto a:

1. Instalaciones térmicas con potencia térmica superior a 5 kW e inferior o igual a 70 kW. Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora, que tendrá que realizar el mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

8 AJUSTE Y EQUILIBRADO

La instalación térmica deberá ser ajustada a los valores de prestación predeterminados que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas donde contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo con:

- Se debe conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- La bomba, de la que se conoce la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño.

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

INDICE

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO.....	93
1 PRESUPUESTO DE EJECUCION POR MATERIAL (PEM)	95
1.1 INSTALACIÓN.....	95
1.2 MANO DE OBRA	95
2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	96

1 PRESUPUESTO DE EJECUCION POR MATERIAL (PEM)

1.1 INSTALACIÓN

Tabla 12 Coste materiales de la instalación (elaboración propia)

ELEMENTO	UNIDADES	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Bomba Tacoflow2 Solar 15-60/130	1	133,84	133,84
Válvula de solenoide RS PRO, 2 puertos, 24 V dc	3	74,95	224,85
Sonda de temperatura Carel NTC	3	19,03	57,09
Controlador AX7	3	166,67	500,01
Válvula antirretorno RS PRO	1	8,85	8,85
Manómetro	2	3,73	7,46
TUBO CPVC 3/4" X 3m	7	88,83	621,81
Caudalímetro	1	129,54	129,54
Cáldera eléctrica	1	1954,51	1954,51
Válvula de corte RS PRO	6	17,35	104,4
Total de la instalación			3742,36

El coste total de los materiales de la instalación es de 3742,36 €

1.2 MANO DE OBRA

Tabla 13 Coste mano de obra de la instalación (elaboración propia)

MANO DE OBRA			
PUESTO	Nº DE HORAS	COSTE POR HORA	TOTAL
Oficial de 1ª fontanero/Instalación de calderas	48,00	21,42	1028.16
Ayudante de fontanero/Instalación de calderas	48,00	16,41	767,68
Total mano de obra			1815,84

2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Tabla 14 Gastos añadidos a la ejecución del material (elaboración propia)

DESCRIPCION	TOTAL
Instalación	3742,36
Mano de obra	1815,84
Total presupuesto ejecución de material	5558,2
Gastos generales (13%)	722,566
Beneficio industrial (6%)	333,492
Total parcial	6614,258

IVA (21%)	1388,99
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	8003,25

Como podemos observar, el presupuesto de ejecución por contrata será de 8003,25 €